



## Trabajo de Fin de Grado

# **Composición Corporal y Somatotipo de jóvenes deportistas varones de Atletismo, Baloncesto, Waterpolo, Natación y Hockey Hielo**

**Autor del trabajo: Adrián Jiménez Juste**

**Tutores del TFG: Fermín Layús Pontaque e Iva Marques Lopes**

**Fecha de presentación: 23/6/2022**



---

*Resumen*

---

**Introducción:** el estudio que se presenta pretende describir el perfil cineantropométrico de jóvenes deportistas a diferentes edades y observar si la especialización deportiva ejerce cambios en la composición corporal y el somatotipo entre los diferentes deportes. **Material y métodos:** La muestra estudiada está formada por 202 jóvenes deportistas aragoneses varones de buen nivel deportivo, evaluados en el Centro de Medicina del Deporte en Zaragoza. Estos deportistas han competido en atletismo (n= 42), baloncesto (n=45), hockey hielo (n=35), natación (n=19), waterpolo (n=25), y piragüismo (n=36). Para poder comparar de una forma más comprensiva teniendo en cuenta el nivel de maduración, se clasificaron por grupos de edad: 12-13, 14-15 y 16-18 años. **Resultados y conclusiones:** Encontramos que la mayor experiencia y especialización deportiva medida en más años de práctica, y/o la maduración asociada a la edad tiene un impacto en la composición corporal y somatotipo en los deportistas del presente trabajo.



---

ÍNDICE

---

**1. INTRODUCCIÓN**

**1.1. Composición corporal**

**1.2. Antropometría**

**1.2.1. Conceptos antropométricos**

**1.2.2. Técnicas antropométricas para evaluar la composición corporal**

**1.3. Somatotipo**

**1.4. Modalidades deportivas**

**1.5. Interés del trabajo realizado**

**1.6. Objetivos del estudio**

**2. MATERIAL Y MÉTODOS**

**3. RESULTADOS**

**3.1. Resultados Descripción de la muestra**

**3.2. Resultados Composición corporal**

**3.3. Resultados Somatotipo**

**4. Discusión**

**4.1. Discusión Descripción de la muestra**

**4.2. Discusión Composición corporal**

**4.3. Discusión Somatotipo**

**4.4. Puntos fuertes y puntos débiles**

**5. CONCLUSIONES**

**6. AGRADECIMIENTOS**

**7. BIBLIOGRAFÍA**

En la actualidad la detección de jóvenes talentos y el seguimiento de estos a lo largo de los años es fundamental para los clubes y federaciones deportivas. Cada disciplina deportiva tiene unas exigencias que obliga a los deportistas a presentar unas determinadas características morfológicas. El estudio del somatotipo y la composición corporal de los deportistas es un punto clave para profundizar en el estudio de la especialización en cada deporte. Es fundamental aplicar planes nutricionales y programas de entrenamientos individualizados a cada deportista para intentar producir cambios morfológicos que le permitan conseguir un rendimiento óptimo para la disciplina deportiva que practique. En base a esto y debido a la falta bibliografía que encontramos actualmente, el presente trabajo aporta información sobre la composición corporal y somatotipo de jóvenes deportistas de alto nivel de la comunidad autónoma de Aragón.

---

## 1. INTRODUCCIÓN

---

1. Composición corporal
2. Antropometría
  - 2.1. Conceptos antropométricos
  - 2.2. Técnicas antropométricas para evaluar la composición corporal
3. Somatotipo
4. Modalidades deportivas
5. Interés del trabajo realizado
6. Objetivos del estudio

### 1. Composición corporal

Wang et al. definen composición corporal como aquella rama de la biología humana que se ocupa de la cuantificación de los componentes corporales y de los cambios que suceden en estos por factores influyentes.

Es necesario el estudio de la composición corporal para comprender como influye la dieta, la actividad física o las enfermedades en nuestro organismo, ya que tiene implicaciones importantes tanto en el rendimiento deportivo como en la salud.

Para desarrollar un correcto análisis de la composición corporal es preciso dividir la composición del cuerpo humano en función de sus componentes. Dependiendo el fraccionamiento que se haga resultarán distintos modelos de composición corporal o modelos compartimentales. (González Jiménez, E. (2013)

Pese a existir varios modelos compartimentales, el modelo de 4 componentes o tetra compartimental es el recomendado utilizar en el ámbito de la salud y del deporte, y el que se ha utilizado en el presente estudio. Este modelo es desarrollado por Matiegka en 1921 y presenta una composición corporal dividida en 4 componentes:

1. Masa grasa: formada por el tejido adiposo subcutáneo, el que rodea órganos y vísceras, y la grasa intramuscular.
2. Masa muscular: se trata del músculo esquelético mayoritariamente. Pero también incluye una pequeña fracción de grasa intramuscular que no puede separarse del músculo esquelético, ligamentos, nervios y tejido conectivo.
3. Masa ósea: se refiere fundamentalmente al tejido óseo.
4. Masa residual: formada principalmente por órganos vitales y vísceras.

(Martínez Sanz, J. M., & Urdampilleta Otegui, A. (2012))

Actualmente, los métodos de análisis de la composición corporal son divididos según la metodología que utilizan en: directos, indirectos y doblemente indirecto.

- **Métodos directos**: es el método más exacto y se realiza a partir de la disección de cadáveres. Su utilidad se limita a la investigación.
- **Métodos indirectos**: no manipulan los tejidos analizados y se realiza un análisis de la composición corporal in vivo. Estos métodos miden un parámetro, como puede ser la densidad corporal, y lo utilizan para estimar uno o más componentes a través de una relación constante. A pesar de ser muy fiables, son muy poco utilizados en la práctica debido a su alto valor económico y a ser poco accesibles. Algunos de estos métodos indirectos son:
  - Tomografía axial computarizada (TAC)
  - Resonancia Magnética Nuclear
  - Absorciometría dual de rayos X (DEXA)
  - Pleistografía
- **Métodos doblemente indirectos**: son técnicas que miden la composición corporal in vivo y consisten en las aplicaciones derivadas de métodos indirectos. En comparación con los métodos directos presentan un margen de error muy grande, pero tienen la ventaja de ser económicos, seguros y tener una sencilla aplicación práctica, lo que permite un mayor uso que los métodos directo e indirecto. La antropometría y la impedancia bioeléctrica son métodos doblemente indirectos. La antropometría ha sido el método utilizado en el presente estudio para el cálculo de la composición corporal.

## 2. Antropometría

La **cineantropometría** es la disciplina dentro de las ciencias del deporte que relaciona las medidas corporales en su forma, proporciones y composiciones, con la función, y es considerada un área básica de la valoración médica del deportista. Fue presentada por primera vez en el Congreso Internacional de Ciencias de la Actividad Física en Montreal en 1976, en el marco de los JJOO de ese mismo año. William Ross la define como la utilización de la medida, en el estudio del tamaño, forma, proporcionalidad, composición y maduración del cuerpo humano, con el objetivo de un mejor conocimiento del comportamiento humano en relación al crecimiento, la actividad física, el estado nutricional y el rendimiento deportivo. (Henrique De Rose, E., & Aragonés Clemente, M. T. (1984))

Dentro de la cineantropometría se emplean las medidas antropométricas, necesarias para la estimación de la composición corporal de forma indirecta mediante la aplicación de diversas ecuaciones. Entre estas medidas antropométricas tenemos:

- *Medidas básicas:* Peso corporal (kg), talla (cm), talla sentado (cm), envergadura (cm).
- *Pliegues cutáneos (mm):* subescapular, tricipital, bicipital, supracrestal o cresta ilíaca, supraespal o suprailíaco, abdominal, muslo anterior, pierna medial o pantorrilla.
- *Perímetros (cm):* Brazo relajado, brazo contraído, muslo medial, pantorrilla, cintura, cadera.
- *Diámetros (cm):* húmero, muñeca, fémur.

(Martínez Sanz, J. M., & Urdampilleta Otegui, A. (2012))

Los instrumentos básicos para llevar a cabo estas medidas antropométricas son los siguientes:

- Cinta antropométrica: se utiliza para la medición de perímetros y para la localización de algunos puntos antropométricos. Debe estar calibrada en centímetros con graduación milimétrica
- Estadiómetro o tallímetro: se utiliza para la medición de la talla y de la talla sentado. Debe tener una amplitud de medida mínima de 60 a 220 cm y precisión de 0,1 cm.
- Báscula: se utiliza para la medición de la masa corporal. La precisión mínima de este instrumento es 50 g. Es importante la calibración regular de las básculas.
- Plicómetro o calibre de pliegues cutáneos: se utiliza para la medición de pliegues cutáneos. Requiere de una presión de cierre constante de 10 g/mm<sup>2</sup> en todo el rango de las mediciones. Deben estar calibrados hasta 40 mm como mínimo, con divisiones de 0,1 a 2 mm. Calibrar regularmente mínimo 1 vez al año.

El plicómetro Harpenden es uno de los más utilizados entre los antropometristas de la ISAK (Sociedad Internacional para el Avance de la Antropometría).

- Paquímetro o calibre de pequeños diámetros: se utiliza para medir pequeños diámetros. Debe tener una escala de al menos 15 cm, con ramas de 10 cm de largo como mínimo, una cara de aplicación de 1,5 cm de ancho y una precisión mínima de 1 mm.

(Marfell-Jones, M et al. (2006))

## 2.1 Conceptos antropométricos.

### Altura

Es la distancia perpendicular entre los planos transversales del punto del vértex y el inferior de los pies. Para ejecutar la medida es necesario un tallímetro calibrado. (Marfell-Jones, M et al. (2006))

### Masa corporal

Se define como la cantidad de materia del cuerpo. Se calcula midiendo el peso o fuerza que ejerce la materia en un campo gravitacional estándar. El material necesario es una báscula calibrada. (Marfell-Jones, M et al. (2006)) Por si solo el peso no aporta información sobre la composición corporal ya que una báscula no determina los tejidos que determinan ese peso. Pero la variación de este puede significar un cambio en la grasa corporal.

La *talla* y el *peso* son medidas muy sencillas que, utilizadas de manera simultánea junto con la edad, pueden ser de gran utilidad para valorar el estado nutricional y la composición corporal.

Talla / edad: indicador útil en niños para conocer posibles carencias nutricionales durante un tiempo prolongado de tiempo, que puede verse reflejado en una baja talla con respecto a la que debería tener para la edad.

Peso / edad: indica si un niño presenta un peso bajo o elevado, con respecto a la media para el peso a una edad determinada.

Peso / talla: refleja situaciones de adelgazamiento u obesidad, dependiendo si los valores están por debajo o por encima de la media, respectivamente.

(González Jiménez, E. (2013))

### Pliegues cutáneos

Miden el espesor de tejido subcutáneo adiposo en lugares específicos y bien definidos, y asume la proporcionalidad constante de la grasa subcutánea en relación a la grasa corporal total. Estas mediciones se realizan mediante el plicómetro o lipocalibre. Los 6 pliegues cutáneos más utilizados para valorar la

distribución grasa son el tricipital, bicipital, subescapular, suprailíaco, pliegue del muslo medio y de la pierna medial.

Como la distribución de grasa subcutánea no es uniforme, las medidas de pliegues cutáneos deben ser realizadas en diferentes partes del cuerpo. La medición de pliegues en diferentes zonas anatómicas localizadas específicamente proporciona una correlación con la grasa corporal total. Podemos saber la distribución de la grasa corporal dependiendo el pliegue que se observe. Por ejemplo, el pliegue tricipital aporta información sobre la grasa periférica, y el subescapular y suprailíaco sobre la grasa a nivel central, la cual supone un riesgo cardiovascular mayor que la periférica.

Este método presenta una serie de limitaciones que hay que tener en cuenta:

- El % de grasa que se encuentra a nivel subcutáneo puede suponer un reflejo de la grasa total. Sin embargo, esta relación entre la grasa subcutánea y grasa total puede variar mucho en poblaciones de individuos sanos.
- La presencia de edemas puede interferir en las mediciones.
- Puede haber errores en la técnica de medida. Para minimizar estos errores se requiere de personal de medida experimentado y es aconsejable que el medidor sea siempre que se pueda el mismo, para obviar el error interpersonal.
- Tiene poca sensibilidad y se necesitan grandes cambios para que se reporte en las medidas.
- No es recomendable el uso de este método en personas obesas o con grandes cantidades de grasa subcutánea, ya que aumenta la dificultad de medida.

Aun así, el uso de este método para el cálculo de grasa corporal ha obtenido mucho peso a nivel clínico con respecto a otros métodos dada su sencillez metodológica, bajo coste y su carácter no invasivo.

*(González Jiménez, E. (2013))*

A partir de la medida de los pliegues cutáneos podemos conocer la densidad corporal gracias a determinadas ecuaciones desarrolladas por regresión múltiple. Y con los valores de la densidad corporal, es posible estimar el porcentaje de grasa mediante la fórmula de Siri.

La existencia de una gran variedad de fórmulas disponibles para conocer el porcentaje de grasa corporal puede suponer un problema a la hora de elegir la que más se ajuste a la población que se desea estudiar. Para evitar esto se puede utilizar el sumatorio de varios pliegues como índice de adiposidad individual. De esta forma podemos observar de manera muy sencilla que un incremento en el **sumatorio de pliegues** ( $\Sigma$  pliegues) corresponde a una adiposidad mayor. En la población deportista los pliegues más utilizados para calcular el sumatorio de pliegues son 6: tricipital + subescapular + supraespinal + abdominal + muslo + pierna. *(Martínez Sanz, J. M., & Urdampilleta Otegui, A. (2012))*



### Perímetros corporales

Los perímetros del brazo relajado, brazo contraído, muslo, cintura y cadera, proporcionan información sobre la composición corporal de las personas. Un ejemplo de ello es el perímetro del brazo contraído y relajado. Este perímetro correlaciona muy bien con la reserva proteica y es utilizado para estimar la masa muscular corporal. (González Jiménez, E. (2013)

### Diámetros

Expresan la distancia entre dos puntos anatómicos y son empleados para estimar la masa ósea. El paquímetro o medidor de pequeños diámetros es el utensilio utilizado para realizar esta medida. Los utilizados en este trabajo son el diámetro del húmero, bestiloideo y fémur. (Ballesteros, Rubén & Aguilar Marta. (2020)

A partir de todas estas medidas antropométricas (pliegues cutáneos, perímetros, diámetros, talla, peso), y mediante el uso de determinadas fórmulas podemos calcular la composición corporal.

## **2.2 Técnicas antropométricas para evaluar la composición corporal**

Hay muchos métodos que permiten estimar la composición corporal por medio de técnicas antropométricas. Podemos distinguir entre:

### **Índices de adiposidad indirectos:**

Son aquellas técnicas que utilizan medidas básicas como la altura, el peso o el perímetro cintura y cadera para determinar el porcentaje de grasa del individuo. Unos de los índices indirectos más conocidos para calcular el porcentaje de grasa es el IMC.

- IMC

El índice de masa corporal es una medida que relaciona la talla y el peso del individuo.

$$\text{IMC: } \text{Peso} / \text{Talla}^2$$

En la actualidad es utilizado como herramienta para valorar el estado nutricional de las personas, y la OMS desarrolló una clasificación en función de los valores obtenidos en este índice.

|             |            |
|-------------|------------|
| 18,5 – 24,9 | Normalidad |
|-------------|------------|

|           |                  |
|-----------|------------------|
| 25 – 29,9 | Sobrepeso        |
| 30 – 34,9 | Obesidad I       |
| 35 – 39,9 | Obesidad II      |
| > 40      | Obesidad mórbida |

*Clasificación del IMC según la OMS*

Este índice puede ser útil para predecir enfermedades cardiovasculares ya que establece una relación entre la puntuación obtenida y el riesgo que tiene el individuo de sufrir un evento cardiovascular en base a ello. (González Jiménez, E. (2013))

Sin embargo, la aplicación de este índice tiene una serie de inconvenientes. El principal es considerar que el exceso de peso viene dado por una excesiva masa grasa, cuando en realidad puede ser debido a un exceso de masa muscular, como en el caso de los deportistas. Lo que le hace carecer de utilidad en este tipo de población. (Sillero Quintana, M. (2005).)

Otro inconveniente es la falta de adaptación en niños, que, debido a las distintas fases de desarrollo de estos, el IMC no se ajusta a la clasificación desarrollada por la OMS. En estos casos se utilizan percentiles para edad y sexo para una mejor clasificación de este índice. El p25 delimita la delgadez, el p85 es el límite para el sobrepeso y un percentil igual o superior a 95 hace referencia a obesidad. (González Jiménez, E. (2013))

### **Métodos antropométricos:**

Utilizan pliegues cutáneos además de las medidas básicas que usan en los índices de adiposidad indirectos, por lo tanto, son más válidos que estos a la hora de estimar la composición corporal. (Sillero Quintana, M. (2005))

Se utilizan todas las medidas antropométricas (pliegues cutáneos, perímetros, diámetros, talla, etc) y mediante el uso de determinadas fórmulas podemos calcular la composición corporal. Hay una gran cantidad de ecuaciones de predicción que podemos utilizar para el cálculo de la composición corporal pero no todas fueron diseñadas para la población general. Por tanto, dependiendo de la población que se estudie se debería hacer uso de una determinada fórmula u otra para un estudio más preciso de la composición corporal. Algunas de estas fórmulas son las que se utilizaron para calcular la composición corporal de los deportistas de los cuales hemos obtenido información en el presente trabajo:

- *Withers et. Al 1987*: es una ecuación que permite obtener los resultados de la densidad corporal y posteriormente se calcula el porcentaje graso a partir de la fórmula de Siri.

$$\text{Densidad corporal: } 1,078865 - 0,000419 * (\sum \text{Pliegues (Abdominal + Muslo Anterior + Pierna Medial + Pectoral)} + 0,000948 * (\text{Perímetro cuello (cm)}) - 0,000266 * (E) - 0,000564 * (\text{Perímetro Supra maleolar (cm)})$$

Fue desarrollada por una muestra de 207 deportistas de 18 equipos de deportes diferentes con una edad de  $24 \pm 5$  años. El método de referencia utilizado fue la densitometría.

\*Ecuación de Siri: % Masa grasa:  $(495/\text{Densidad Corporal}) - 450$

- *Fórmula de Lee*: es una fórmula que permite calcular la masa muscular.

$$\text{MME (kg)}: \text{Talla} * (0,00744 * \text{PBC}^2 + 0,00088 * (\text{perímetro brazo corregido})^2 + 0,00441 * (\text{Perímetro gemelar corregido})^2) + (2,4 * \text{Sexo}) - 0,048 * \text{Edad} + \text{Etnia} + 7,8$$

Esta ecuación fue desarrollada por una muestra originaria de 324 sujetos, de los cuales 244 no fueron obesos y 80 presentaron obesidad. Las medidas fueron obtenidas por la metodología de Lohman.

- *Ecuación de Rocha*:

$$\text{Masa ósea (kg)} = 3,02 * [\text{Talla}^2 * \text{Diámetro muñeca (m)} * \text{Diámetro fémur (m)} * 400]^0,712$$

Se contó con una muestra original de 1517 mujeres y 1028 hombres con una edad de 17 a 25 años.

(Alvero Cruz, J. R. et al (2009))

### 3. Somatotipo

El somatotipo hace referencia a la forma corporal y composición corporal de una persona en base a tres componentes: endomorfia, mesomorfia y ectomorfia

- Endomorfia: representa la adiposidad relativa y hace referencia a formas corporales redondeadas.
- Mesomorfia: representa robustez o proporción músculo-esquelética relativa.
- Ectomorfia: representa linealidad relativa o delgadez, característico de figuras corporales longilíneas.

El somatotipo se puede representar de forma gráfica en la somatocarta y gana importancia en el campo del deporte. Es útil para observar las mediciones de un deportista y la evolución que ha podido tener después de haber llevado a cabo un plan de entrenamiento o una dieta específica, o para ver las

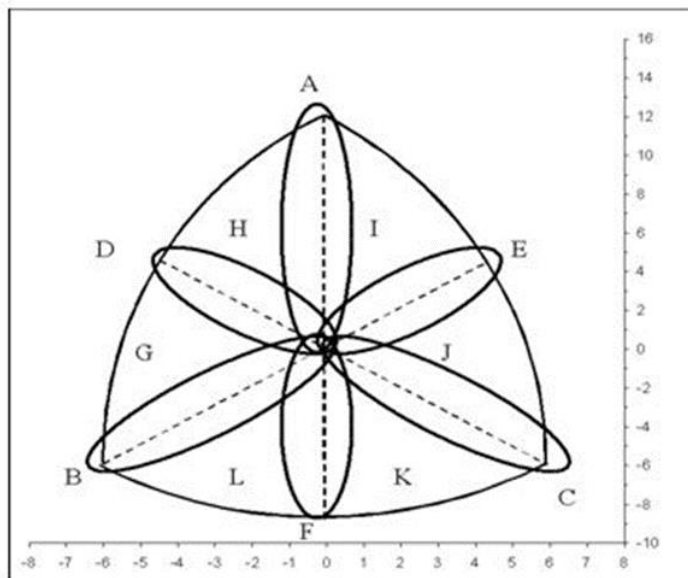
diferencias entre las mediciones de dos poblaciones diferentes en las que cada una practica un deporte. También puede servir como referencia para estudios relacionados con la fisiología del ejercicio.

Los tres componentes del somatotipo se pueden calcular mediante el método de Heath-Carter a través de una serie de ecuaciones que requieren de las medidas antropométricas para su cálculo.

Una vez obtenido estos datos se pueden ver representados gráficamente en la somatocarta a través de la realización de unos cálculos previos en los que se pretende conseguir un valor para el eje X y un valor para el eje Y (Cabañas-Armesilla (2009):

- Eje X: Ectomorfia – Endomorfia
- Eje Y:  $(2 * \text{Mesomorfia} - (\text{Ectomorfia} + \text{Endomorfia}))$

Con ello obtenemos el punto en el gráfico (somatocarta) que representa el somatotipo de una determinada persona.



*Somatocarta*

Observando la posición donde se encuentra el punto en la somatocarta podemos nombrar de diferente manera los resultados del somatotipo:

**A: Mesomorfo balanceado** → La mesomorfia es dominante, y la endomorfia y la ectomorfia son iguales, con una diferencia  $< 0,5$ .

**B: Endomorfo balanceado** → Endomorfia dominante, la mesomorfia y ectomorfia son iguales, con una diferencia  $< 0,5$ .

**C: Ectomorfo balanceado** → Ectomorfia dominante, la mesomorfia y la endomorfia son iguales, con una diferencia  $< 0,5$ .

**D: Mesomorfo – Endomorfo** → Endomorfia y mesomorfia iguales, o con una diferencia entre ellas  $< 0,5$ , la ectomorfia es menor.

**E: Mesomorfo – Ectomorfo** → Ectomorfia y mesomorfia iguales, o con una diferencia entre ellas  $< 0,5$ , y la endomorfia es menor.

**F: Endomorfo – Ectomorfo** → Endomorfia y ectomorfia iguales, o con una diferencia entre ellas  $< 0,5$ , y la mesomorfia es menor.

**G: Meso-Endomorfo** → Endomorfia dominante, la mesomorfia es mayor que la ectomorfia.

**H: Endo-Mesomorfo** → Mesomorfia es dominante. La endomorfia es mayor que la ectomorfia.

**I: Ecto-Mesomorfo** → Mesomorfia dominante, la ectomorfia es mayor que la endomorfia.

**J: Meso-Ectomorfo** → Ectomorfia dominante, la mesomorfia es mayor que la endomorfia.

**K: Endo-Ectomorfo** → Endomorfia dominante, la endomorfia es mayor que la mesomorfia.

**L: Ecto-Endomorfo** → Endomorfia dominante, la ectomorfia es mayor que la mesomorfia

*(Martínez-Sanz, J. M. et al (2011))*

#### 4. Modalidades deportivas estudiadas

Según Boulet (1968) podemos clasificar los deportes en:

- **Deportes de combate:** deportes en los practicantes son adversarios y se enfrentan entre sí a base de alcanzarse o golpearse. En estas disciplinas el practicante centra sus esfuerzos en auto protegerse del contrario y superarle.
- **Deportes de balón o pelota:** son aquellos deportes en los que la pelota supone el punto de referencia intermedio entre los adversarios. Estos se pueden dividir en:
  - Colectivos
  - Individuales
- **Deportes atléticos y gimnásticos:** el objetivo principal del esfuerzo del deportista se basa en el esfuerzo de uno mismo. Predomina el máximo rendimiento y esfuerzo posible.
- **Deportes en la naturaleza:** el objetivo es vencer los obstáculos que te presenta la naturaleza, como el agua, montaña, nieve, o la fauna.
- **Deportes mecánicos:** son aquellos deportes que hacen un uso deportivo de diversas máquinas. En estos deportes, la máquina es una prolongación de las posibilidades físicas del hombre, y este busca extraer de ella el máximo rendimiento.

(Martínez Yépez, J. G., & García Díaz, A. J. (n.d.).

Las disciplinas deportivas que han participado en la elaboración del presente trabajo son: atletismo, natación, baloncesto, waterpolo y hockey hielo. Los podemos clasificar en:

Tabla 1. Clasificación deportes

| Combate | De balón / pelota    |  | Atléticos y gimnásticos | En la naturaleza | Mecánicos |
|---------|----------------------|--|-------------------------|------------------|-----------|
|         | <i>Individuales:</i> | <i>Colectivos:</i><br>-Baloncesto<br>-Waterpolo<br>-Hockey Hielo | -Atletismo<br>-Natación |                  |           |

La **natación** es un deporte atlético e individual que combina potencia y resistencia con pruebas que varían en duración y distancia que oscila entre los 50 y 1500 metros.

En cuanto a la energía y combustible utilizado por los nadadores, varía dependiendo de la distancia y la intensidad que tenga la prueba. Si la duración es larga y la intensidad baja predomina el metabolismo aeróbico, a medida que aumenta la intensidad y disminuye el tiempo de duración, la producción de energía se desplaza hacia el metabolismo anaeróbico.

Además de la utilización energética, un factor fundamental es la técnica del nadador, ya que a medida que, a mayor técnica, se minimiza la resistencia que ejerce el agua y disminuye la energía que utilizan los nadadores para desplazarse. (Sanchez, Carlos (2018)

El **waterpolo** es un deporte de balón o pelota colectivo que se desarrolla en medio acuático. Se considera un deporte de contacto debido al gran número de agarrones y empujes entre los jugadores durante los partidos. Combina la técnica necesaria para ejecutar correctamente los desplazamientos y disparos del balón, con aspectos básicos de la natación necesarios para desplazar el cuerpo en el agua.

Durante el desarrollo de este deporte predominan los desplazamientos y movimientos de alta intensidad, pero también existen acciones de larga duración a una intensidad algo menor. En base a esto los waterpolistas utilizan simultáneamente las vías energéticas aeróbicas y anaeróbicas. El predominio de una u otra vía metabólica varía según la posición de juego que se ocupa y según el nivel de rendimiento. (Barrenetxea García, J. (2020)

El **baloncesto** es un deporte de balón o pelota colectivo, y de contacto, que ha evolucionado mucho en los últimos años. Esta evolución se refiere a un cambio en el reglamento traducido en la reducción de los tiempos de ataque y para pasar la línea de medio campo, y la división del partido en cuatro cuartos de 10 minutos en lugar de dos partes de 20 minutos. Antes de estas modificaciones el metabolismo aeróbico tenía una implicación mayor en el desarrollo del deporte. En la actualidad, después de la implantación del nuevo reglamento, el sistema aeróbico pese a seguir teniendo un papel fundamental en

estos atletas para tener una buena ejecución durante el partido y para una recuperación más rápida después del mismo, la mayor intensidad que hay en el deporte conlleva a unas exigencias energéticas donde predomina el metabolismo anaeróbico. (*Merced Goire, Á. (2013)*)

El **atletismo** es un deporte atlético muy heterogéneo formado por un total de 47 disciplinas. En nuestro trabajo hemos contado con atletas de medio fondo y atletas de fondo. Se consideran carreras de medio fondo las que tienen una distancia de entre 800 y 3000 metros. Las carreras de fondo son las que tienen una distancia que superan los 5000 metros. En las diferentes modalidades del atletismo varía el metabolismo energético predominante, esto depende de la intensidad y la duración de las pruebas. A partir de los 2-3 minutos de actividad, el metabolismo aeróbico va ganando importancia respecto al anaeróbico. En nuestro caso al tratarse de atletas que practican las disciplinas de medio fondo y de fondo, todos ellos superan los 2-3 minutos de actividad, por tanto, el metabolismo a partir del cual adquieren la energía es el aeróbico, mayoritariamente. (*Jiménez Fernández, G. Y., & Vila Machado, M. (2012)*)

El **hockey hielo** es un deporte de balón o pelota colectivo que se desarrolla con patines sobre una pista de hielo. Esta variante del hockey se caracteriza por ser más física que las demás, ya que está permitido realizar cargas a los jugadores del equipo contrario en la disputa del disco. Además, se desarrolla a una mayor velocidad que el hockey hierba o hockey patines debido a la menor fricción que ejerce el hielo sobre los patines. Debido a la escasa bibliografía e información acerca de esta disciplina, hemos recogido información sobre el hockey hierba, considerando ambos deportes similares en cuanto a gesto técnico y desarrollo. En cuanto al metabolismo energético, además de una alta condición aeróbica, el jugador de hockey destaca más por tener una alta aceleración que por una gran velocidad punta, y para ello el metabolismo anaeróbico es muy importante. Hay estudios que defienden que los jugadores de hockey presentan unos datos aeróbicos y anaeróbicos similares a los jugadores de fútbol. (*Reilly, T., & Borrie, A. (1999)*)

## **5. Interés del trabajo realizado:**

El rendimiento en deportes de equipo depende en mayor medida de un compendio de cualidades, como la morfología del jugador, las condiciones físicas y psicológicas y los aspectos técnicos y tácticos específicos de cada deporte, por lo que los deportes de conjunto como el baloncesto, presentan una serie de dificultades en su análisis debido a su nivel de exigencia física, técnica y táctica.

Existen trabajos previos dedicados sobre todo a la edad adulta en los diferentes deportes antes mencionados. Sin embargo, existe muy poca información disponible sobre los deportistas en la edad de la adolescencia. Esta etapa de la vida, se caracteriza además de un aumento de las necesidades energéticas y nutricional, de un rápido crecimiento y desarrollo puberal. La práctica de ejercicio físico continuado en esta etapa, termina modificando la composición corporal en esta etapa. Por ello, creemos

necesario la realización específica de trabajos en adolescentes, ya que el seguimiento temprano de su composición corporal, no solo beneficia y garantiza un adecuado desarrollo y crecimiento, sino que también, permite detectar deportistas con especial aptitud y características de somatotipo adecuada a cada deporte.

## 6. Objetivos del trabajo

El **objetivo** general del estudio es describir el perfil cineantropométrico de los atletas, waterpolistas, jugadores de baloncesto, nadadores y jugadores de hockey hielo, a diferentes edades. Además, se pretende observar si la especialización deportiva ejerce cambios en la composición corporal y el somatotipo entre los diferentes deportes.

Los objetivos específicos son:

- Descriptivos: facilitar información analizada y resumida sobre variables antropométricas en diferentes deportes.
- Valorar si la edad produce cambios y se acerca más a las referencias para cada deporte.
- Informar si hay diferencias entre composición corporal y somatotipo entre los deportes

---

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

---

Es un estudio de carácter descriptivo con datos de jóvenes deportistas aragoneses de alto rendimiento que fueron evaluados en el Centro de Medicina del Deporte de Zaragoza desde el 2017 al 2021.

### Muestra

La muestra está formada por 202 jóvenes deportistas aragoneses varones evaluados en el Centro de Medicina del Deporte en Zaragoza. Estos deportistas han competido en atletismo (n= 42), baloncesto (n=45), hockey hielo (n=35), natación (n=19), waterpolo (n=25), y piragüismo (n=36). Para poder comparar de una forma más comprensiva teniendo en cuenta el nivel de maduración, se clasificaron por grupos de edad: 12-13, 14-15 y 16-18 años. Se pueden considerar deportistas de buen rendimiento dentro de su disciplina deportiva y altamente entrenados para su disciplina y edad, con una carga de entrenamiento que oscila entre 12 y 15 horas semanales. Son chicos pertenecientes a grupos de tecnificación y que previamente han sido seleccionados de sus respectivos clubes por su buen rendimiento y con la finalidad de participar en campeonatos de España e internacionales. Los clubes de



### Grado en Nutrición Humana y Dietética

los que provienen los deportistas son: Stadium Casablanca, Helios y El olivar (Natación y Waterpolo), CN Helios y CD Monkayak (Piragüismo), Club Scorpio (Atletismo), y Casademont, Club Basket Zaragoza, EL salvador y Compañía María (Baloncesto). Con respecto a los jugadores de Hockey Hielo, todos ellos pertenecen al Club Hielo Jaca, un club histórico de este deporte a nivel nacional. Estos no pertenecen a un grupo de tecnificación, pero son considerados del más alto nivel ya que año tras año las categorías inferiores del club consiguen buenos resultados dentro de la Liga Nacional de Hockey Hielo y aparecen en la parte alta de las clasificaciones.

Tabla 2. Número de deportistas que componen la muestra de cada deporte.

|              | 12-13 años | 14-15 años | 16-18 años |
|--------------|------------|------------|------------|
| Atletismo    | 2          | 16         | 24         |
| Baloncesto   | 15         | 21         | 9          |
| Hockey Hielo | 19         | 13         | 3          |
| Natación     | 2          | 8          | 9          |
| Piragüismo   | 9          | 14         | 13         |
| Waterpolo    | 8          | 11         | 6          |

#### Variables antropométricas

Las variables antropométricas analizadas son la altura (cm), peso (kg), pliegues cutáneos (tríceps, subescapular, bíceps, abdominal, cresta ilíaca, muslo y pierna (mm)), perímetros (brazo relajado, brazo contraído, muslo y pierna (cm)), y diámetros (húmero, bestiloideo y fémur (cm)).

Se calcularon los valores del  $\sum$  Pliegues (mm), IMC, % Grasa, %Muscular, %Óseo, peso (kg) de grasa, peso (kg) de masa muscular, y peso (kg) magro corporal (PMC). Para el cálculo del % graso se utilizó la fórmula de Withers (Withers 1987) y la ecuación de Siri, para el componente muscular se utilizó la fórmula de Lee, y para el componente óseo la ecuación de Rocha. El somatotipo se obtuvo a partir del método de Carter y Heath y todos los valores han sido representados de forma gráfica en la somatocarta, a partir de las fórmulas de Cabañas-Armesilla (2009). Dependiendo del componente de somatotipo que predomina y observando la región que ocupa en la somatocarta los deportistas han sido clasificados según el método propuesto por Cabañas -Armesilla (2009) y la ISAK (2001).

#### Materiales

Para obtener los valores de la talla (cm) y peso (kg) se utilizó una báscula con precisión de 0,1 kg y un rango de medida de 2-250 kg, acoplada a un tallímetro con una precisión de 1 mm y un rango de medida de 110-200 cm (Seca 764, Germany). Los pliegues cutáneos fueron medidos con un plicómetro Harpenden (Holtain LDT Crymych UK) con una precisión de 0,2 mm y una presión constante de 10 g/mm<sup>2</sup>. Para la medición de los perímetros corporales se utilizó una cinta métrica (COMED) con una

precisión de 1 mm y una longitud de 200 cm. Los diámetros fueron obtenidos con un paquímetro Bicondylar (Holtain) con una precisión de 1 mm y un rango de medida de 0-140 mm.

Estas medidas fueron tomadas por los profesionales cualificados del Centro de Medicina del Deporte (Zaragoza) durante los años 2017-2021 y se registraron en la base de datos del centro. Para la elaboración del trabajo se realizó una extracción de datos desde la base de datos del centro a unas tablas Excel donde se procesó la información.

### Análisis estadístico

La estadística descriptiva se ha realizado en una base de datos Excel y para la significación estadística se ha empleado en este mismo software la prueba T-student para muestras independientes. En todos los análisis se estableció el nivel de significación bilateral de alfa en  $p \leq 0.05$ .

### Aspectos éticos

Al ser un estudio llevado a cabo con datos de personas, en este caso, de adolescentes, ha sido necesario la aprobación del Comité de Ética de Investigación de la Comunidad de Aragón (CEICA), así como aprobación de la sección de Gerencia de la UZ para la recogida y manejo de datos personales. EL estudio cuenta con ambas aprobaciones.

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Resultados Descripción de muestra

Tabla 3. Edad, altura, peso, percentiles y IMC: Según grupos de edad

|                  | E 12-13 (n=55) |       | E 14-15 (n=83) |       | E 16-18 (n=64) |       |
|------------------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
|                  | Media          | DE    | Media          | DE    | Media          | DE    |
| Edad (años)      | 12,7           | 0,5   | 14,6           | 0,5   | 16,8           | 0,7   |
| Altura (cm)      | 163,9          | 12,4  | 175,0          | 10,1  | 178,9          | 8,0   |
| Peso (kg)        | 52,94          | 12,28 | 64,59          | 12,75 | 70,70          | 11,84 |
| Percentil altura | 62             | -     | 66             | -     | 65             | -     |
| Percentil peso   | 52             | -     | 57             | -     | 55             | -     |
| IMC              | 19,53          | 3,31  | 21,03          | 3,09  | 21,95          | 2,66  |

|             | 12-13 años      |      |                   |      |                 |      |                |      |                  |      |                 |      |
|-------------|-----------------|------|-------------------|------|-----------------|------|----------------|------|------------------|------|-----------------|------|
|             | Atletismo (n=2) |      | Baloncesto (n=15) |      | H. Hielo (n=19) |      | Natación (n=2) |      | Piragüismo (n=9) |      | Waterpolo (n=8) |      |
|             | Media           | DE   | Media             | DE   | Media           | DE   | Media          | DE   | Media            | DE   | Media           | DE   |
| Edad (años) | 12,5            | 0,7  | 12,9              | 0,3  | 12,6            | 0,5  | 12,5           | 0,7  | 12,8             | 0,4  | 12,5            | 0,5  |
| Altura (cm) | 160,0           | 5,0  | 177,2             | 7,8  | 157,5           | 9,0  | 165,2          | 12,9 | 161,7            | 12,4 | 156,9           | 10,0 |
| Peso (kg)   | 47,8            | 10,6 | 61,7              | 12,0 | 48,1            | 12,0 | 52,1           | 1,3  | 50,9             | 8,5  | 51,8            | 12,7 |

Grado en Nutrición Humana y Dietética

|           |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |       |      |
|-----------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| P. Altura | 63    | 18   | 90    | -    | 49    | 28   | 78    | 25   | 50    | 39   | 52    | 38   |
| P. Peso   | 34    | 20   | 69    | -    | 40    | 29   | 55    | 7    | 46    | 23   | 56    | 33   |
| IMC       | 18,60 | 2,97 | 19,54 | 3,01 | 19,10 | 3,38 | 19,20 | 2,55 | 19,57 | 3,63 | 20,84 | 4,10 |

Tabla 4. Edad, altura, peso, percentiles y IMC: 12-13 años por deportes

Tabla 5. Edad, altura, peso, percentiles y IMC: 14-15 años por deportes

| 14-15 años  |                  |     |                   |      |                 |      |                |      |                   |     |                  |      |
|-------------|------------------|-----|-------------------|------|-----------------|------|----------------|------|-------------------|-----|------------------|------|
|             | Atletismo (n=16) |     | Baloncesto (n=21) |      | H. Hielo (n=13) |      | Natación (n=8) |      | Piragüismo (n=14) |     | Waterpolo (n=11) |      |
|             | Media            | DE  | Media             | DE   | Media           | DE   | Media          | DE   | Media             | DE  | Media            | DE   |
| Edad        | 14,7             | 0,5 | 14,7              | 0,5  | 14,6            | 0,5  | 14,8           | 0,5  | 14,4              | 0,5 | 14,5             | 0,5  |
| Altura (cm) | 170,2            | 8,8 | 186,0             | 9,0  | 168,7           | 5,5  | 175,6          | 8,1  | 169,5             | 7,2 | 175,2            | 5,0  |
| Peso (kg)   | 53,1             | 8,7 | 75,2              | 10,4 | 60,8            | 12,1 | 65,4           | 11,2 | 61,4              | 9,3 | 69,1             | 11,1 |
| P. Altura   | 47               | 28  | 91                | -    | 47              | 26   | 73             | 27   | 51                | 26  | 72               | 20   |
| P. Peso     | 26               | 23  | 78                | -    | 43              | 23   | 61             | 30   | 56                | 25  | 70               | 21   |
| IMC         | 18,3             | 1,6 | 21,7              | 1,9  | 21,3            | 4,2  | 21,2           | 3,1  | 21,7              | 2,8 | 22,5             | 3,5  |

Tabla 6. Edad, altura, peso, percentiles y IMC: 16-18 años por deportes

| 16-18 años  |                  |     |                  |      |                |      |                |      |                   |     |                 |     |
|-------------|------------------|-----|------------------|------|----------------|------|----------------|------|-------------------|-----|-----------------|-----|
|             | Atletismo (n=24) |     | Baloncesto (n=9) |      | H. Hielo (n=3) |      | Natación (n=9) |      | Piragüismo (n=13) |     | Waterpolo (n=6) |     |
|             | Media            | DE  | Media            | DE   | Media          | DE   | Media          | DE   | Media             | DE  | Media           | DE  |
| Edad        | 16,8             | 0,7 | 17,6             | 0,7  | 16,3           | 0,6  | 16,2           | 0,4  | 17,0              | 0,7 | 16,5            | 0,5 |
| Altura (cm) | 176,1            | 4,5 | 191,4            | 7,6  | 175,2          | 5,8  | 180,9          | 5,8  | 174,6             | 7,3 | 179,8           | 6,3 |
| Peso (kg)   | 64,5             | 7,2 | 86,8             | 13,9 | 78,2           | 16,2 | 73,5           | 10,1 | 66,1              | 8,1 | 73,3            | 5,8 |
| P. Altura   | 57               | 24  | -                | -    | 45             | 7    | 79             | 22   | 58                | 29  | 73              | 22  |
| P. Peso     | 35               | 21  | -                | -    | 60             | 28   | 69             | 29   | 48                | 26  | 72              | 13  |
| IMC         | 20,7             | 2,3 | 23,6             | 2,9  | 25,4           | 4,3  | 22,4           | 2,4  | 21,7              | 2,3 | 22,7            | 1,2 |

Dividiendo la muestra total por grupos de edad tal y como se aprecia en la *Tabla 3 (Edad, altura, peso, percentiles y IMC: Según grupos de edad)*, los percentiles de peso y altura se mantienen constantes con el paso de los años. Con respecto al percentil del peso, a los 12-13 años es de 52, a los 14-15 años 57 y a los 16-18 años 65. El percentil altura es de 62 a los 12-13 años, 66 a los 14-15 años y 65 a los 16-18 años. Se observa un ligero aumento en el IMC a medida que aumenta la edad: 19,53 a los 12-13 años, 21,03 a los 14-15 años y 21,95 a los 16-18 años.

Como indica la *tabla 4. (Edad, altura, peso, percentiles y IMC: 12-13 años por deportes)* a los 12-13 años el deporte con un mayor percentil de altura es el baloncesto (90), seguido de la natación (78). El hockey hielo y el piragüismo son los que han obtenido valores más bajos para el percentil altura (49 y 50 respectivamente). Con respecto al percentil peso son el baloncesto (69) y el waterpolo (56) los que han obtenido valores más altos, y el atletismo el valor más bajo (34). Para el IMC se observan valores bastante similares en todos los grupos siendo el atletismo el deporte con un IMC más bajo (18,6) y el waterpolo el deporte con IMC más elevado (20,84).

La *tabla 5 (Edad, altura, peso, percentiles y IMC: 14-15 años por deportes)* muestra como a los 14-15 años siguen siendo el baloncesto (91) y la natación (73) los deportes con valores más elevados para el percentil altura. El atletismo (47) y el hockey hielo (47) son los deportes con un percentil de altura menor. El IMC menor se ha detectado en el atletismo (18,3) mientras que el mayor IMC se ha obtenido en waterpolo (22,5).

En la *tabla 6 (Edad, altura, peso, percentiles y IMC: 16-18 años por deportes)* aparecen la natación (79) y el waterpolo (73) como los deportes con un mayor percentil altura. Aquí hay que apuntar que, en el caso del baloncesto, el centro de donde se extrajeron los datos no incluyó los percentiles en este grupo de edad (16-18 años) dado que consideró que en ese rango de edad estos deportistas ya habían alcanzado la máxima madurez en cuanto a altura. El deporte con un menor percentil altura fue el hockey hielo (45). Para el percentil peso fueron el waterpolo (72) y la natación (69) los deportes con un mayor percentil de peso, y el atletismo el deporte con menor valor del mismo. El mayor IMC se vio en el hockey hielo (25,4) y el menor en el atletismo (20,7).

### 3.2 Resultados Composición corporal

Tabla 7. Composición corporal según grupos de edad

|                          | E 12-13 (n=55) |       | E 14-15 (n=83) |       | E 16-18 (n=64) |       |
|--------------------------|----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
|                          | Media          | DE    | Media          | DE    | Media          | DE    |
| $\Sigma$ . Pliegues (cm) | 74,81          | 37,18 | 66,01          | 30,91 | 56,37          | 19,26 |
| %Grasa                   | 13,27          | 6,57  | 11,62          | 5,41  | 10,01          | 3,43  |
| %Muscular                | 46,27          | 4,84  | 44,91          | 3,66  | 46,45          | 3,98  |
| %Óseo                    | 19,19          | 2,45  | 17,95          | 2,08  | 17,31          | 1,99  |
| Peso (KG) grasa          | 7,40           | 5,00  | 7,88           | 4,75  | 7,23           | 3,25  |
| Peso (kg) MC             | 24,01          | 3,84  | 28,89          | 4,26  | 32,47          | 4,64  |
| PMC                      | 45,54          | 9,48  | 56,71          | 10,11 | 63,46          | 9,75  |

Gráfico 1. Porcentaje de grasa: Grupos de edad

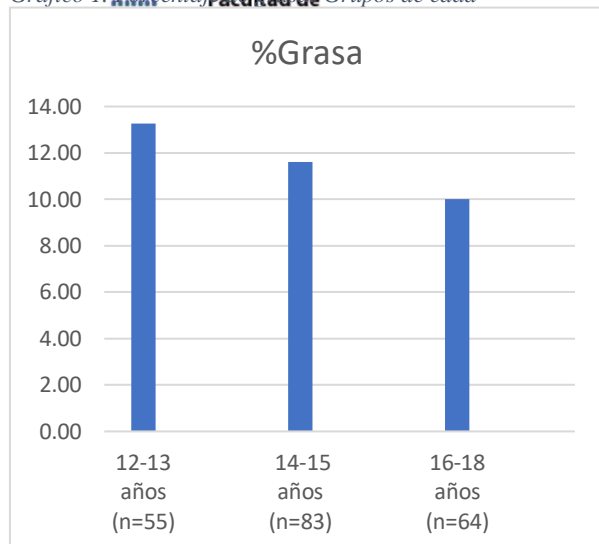


Gráfico 2. Sumatorio de pliegues: Grupos de edad

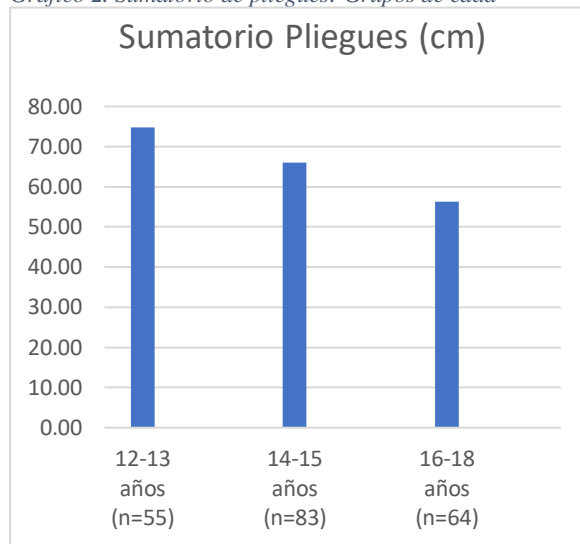


Gráfico 3. Porcentaje muscular: Grupos de edad

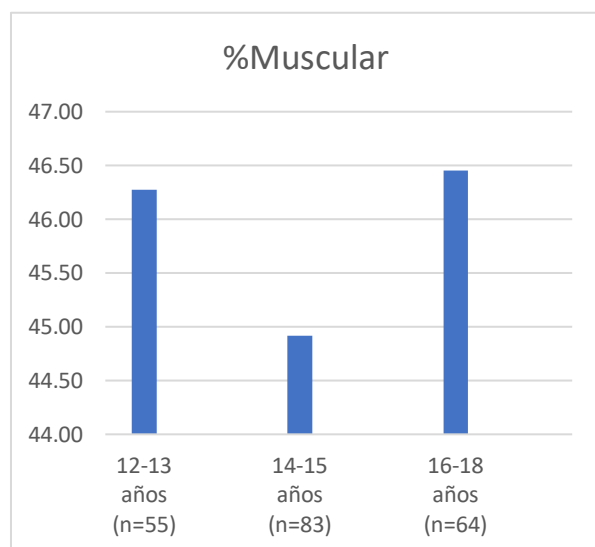


Gráfico 4. Porcentaje óseo: Grupos de edad

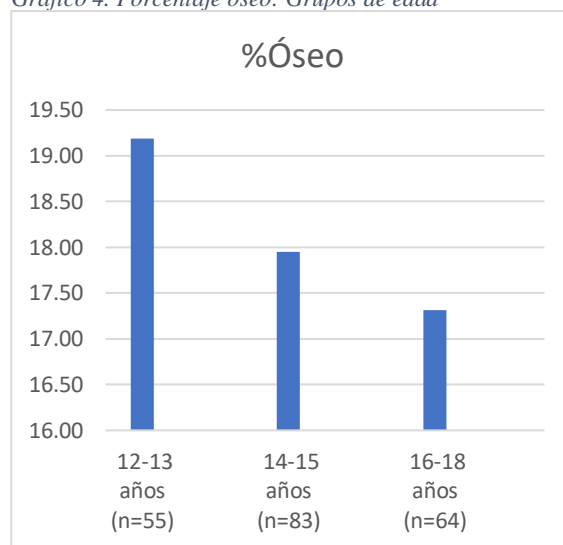


Gráfico 5. Peso magro corporal: Grupos de edad

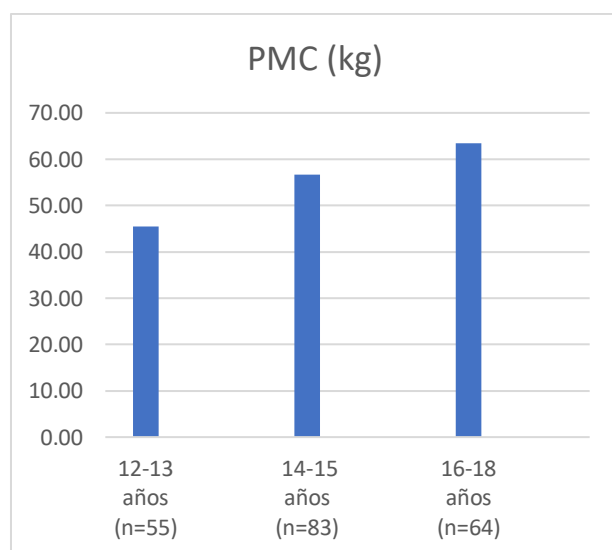


Gráfico 6. Peso de grasa: Grupos de edad

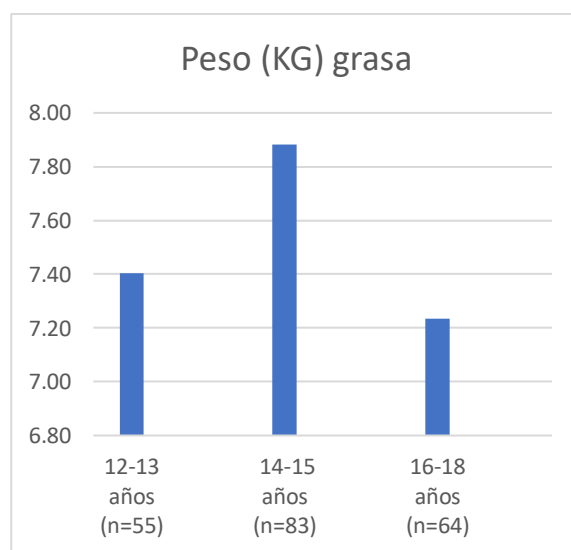
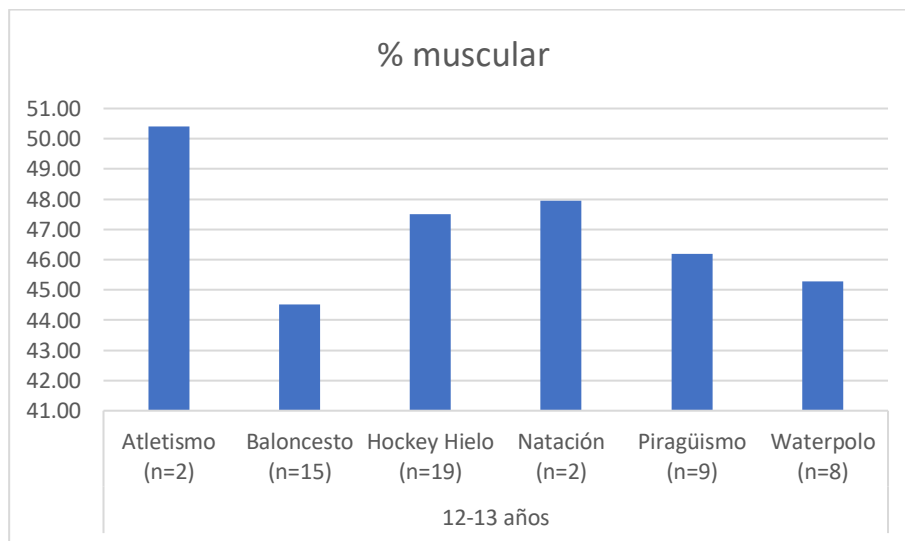


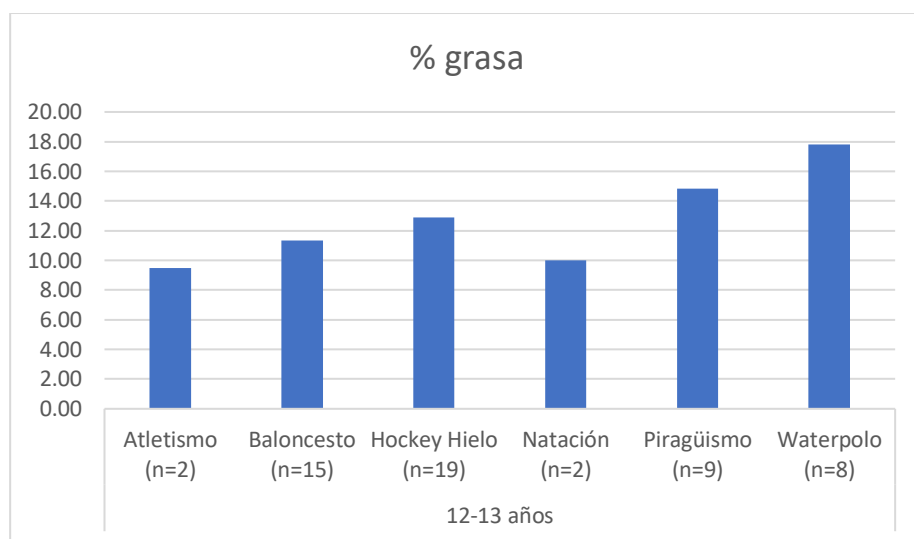
Tabla 8. Composición corporal 12-13 años: Deportes

|                          | 12-13 años      |      |                  |       |                 |       |                |       |                  |       |                 |       |
|--------------------------|-----------------|------|------------------|-------|-----------------|-------|----------------|-------|------------------|-------|-----------------|-------|
|                          | Atletismo (n=2) |      | Baloncesto(n=15) |       | H. Hielo (n=19) |       | Natación (n=2) |       | Piragüismo (n=9) |       | Waterpolo (n=8) |       |
|                          | Media           | DE   | Media            | DE    | Media           | DE    | Media          | DE    | Media            | DE    | Media           | DE    |
| $\Sigma$ . Pliegues (cm) | 53,70           | 5,23 | 64,34            | 24,00 | 71,96           | 33,28 | 56,70          | 21,35 | 83,76            | 51,54 | 100,99          | 46,87 |
| % grasa                  | 9,48            | 0,90 | 11,33            | 4,18  | 12,89           | 5,79  | 10,00          | 3,65  | 14,82            | 9,25  | 17,81           | 8,34  |
| % muscular               | 50,42           | 0,97 | 44,53            | 3,94  | 47,50           | 5,19  | 47,95          | 0,27  | 46,19            | 4,27  | 45,27           | 6,44  |
| % óseo                   | 20,03           | 2,57 | 19,77            | 2,40  | 19,47           | 2,48  | 18,41          | 1,97  | 18,83            | 2,79  | 17,83           | 2,18  |
| Peso (kg) grasa          | 4,58            | 1,44 | 7,36             | 4,44  | 6,69            | 4,56  | 5,19           | 1,77  | 7,82             | 6,19  | 9,96            | 6,50  |
| Peso (kg) MC             | 24,05           | 4,89 | 27,13            | 3,51  | 22,33           | 3,67  | 24,99          | 0,76  | 23,22            | 2,51  | 22,81           | 3,53  |
| PMC (KG)                 | 43,23           | 9,17 | 54,36            | 8,38  | 41,40           | 8,40  | 46,92          | 3,05  | 43,06            | 7,14  | 41,85           | 7,88  |

Gráfica 7. Porcentaje muscular por deportes: 12-13 años



Gráfica 8. Porcentaje de grasa por deportes: 12-13 años



Gráfica 9: Porcentaje óseo por deportes: 12-13 años

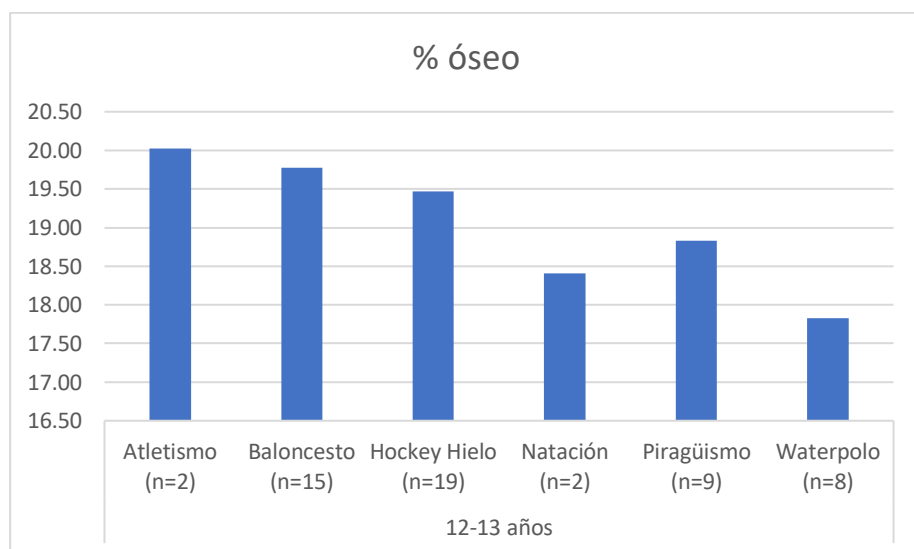
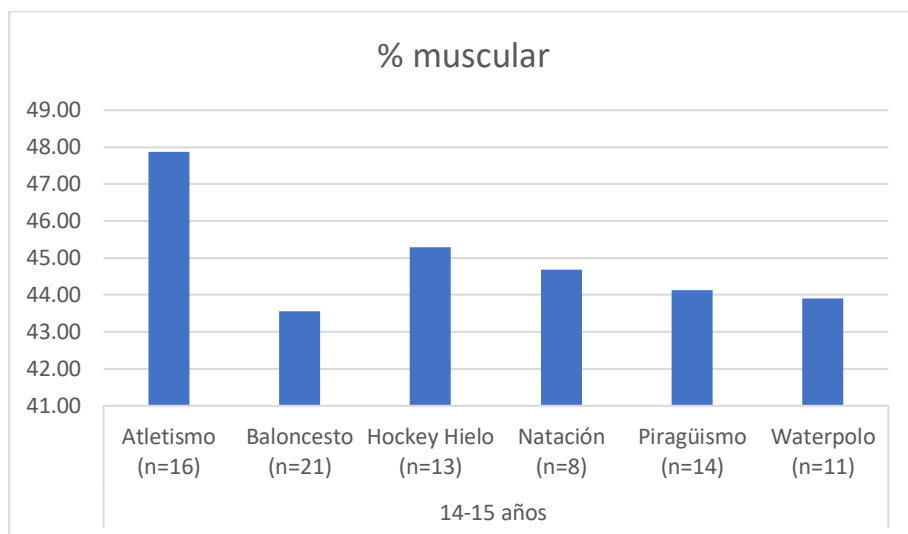


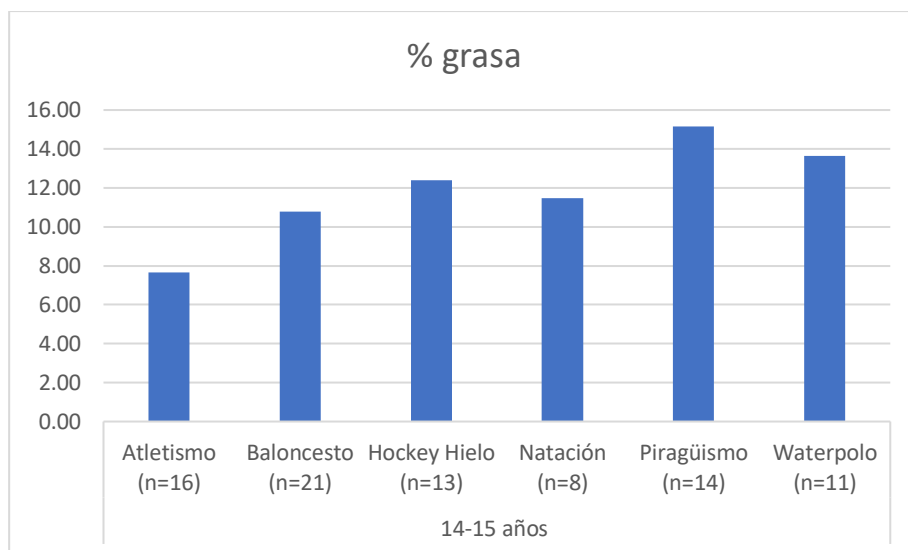
Tabla 9. Composición corporal 14-15 años: Deportes

|                   | 14-15 años       |       |                  |       |                 |       |                |       |                  |       |                  |       |
|-------------------|------------------|-------|------------------|-------|-----------------|-------|----------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|
|                   | Atletismo (n=16) |       | Baloncesto(n=21) |       | H. Hielo (n=13) |       | Natación (n=8) |       | Piragüismo(n=14) |       | Waterpolo (n=11) |       |
|                   | Media            | DE    | Media            | DE    | Media           | DE    | Media          | DE    | Media            | DE    | Media            | DE    |
| $\Sigma$ Pliegues | 42,94            | 11,71 | 61,93            | 15,21 | 70,15           | 41,96 | 65,35          | 16,90 | 86,01            | 41,30 | 77,51            | 31,95 |
| % grasa           | 7,65             | 2,00  | 10,78            | 2,47  | 12,40           | 7,45  | 11,49          | 2,92  | 15,16            | 7,31  | 13,63            | 5,55  |
| % muscular        | 47,87            | 2,99  | 43,56            | 3,03  | 45,30           | 4,83  | 44,69          | 1,45  | 44,13            | 3,72  | 43,91            | 3,28  |
| % óseo            | 19,56            | 1,37  | 17,89            | 1,33  | 18,10           | 2,48  | 17,99          | 2,49  | 16,88            | 2,16  | 16,89            | 2,10  |
| Peso (kg) grasa   | 4,11             | 1,42  | 8,35             | 2,75  | 8,19            | 6,95  | 7,55           | 2,49  | 9,85             | 5,92  | 9,83             | 5,08  |
| Peso (kg) MC      | 25,56            | 3,11  | 32,91            | 3,45  | 27,08           | 3,37  | 29,20          | 4,90  | 27,19            | 2,13  | 30,10            | 3,55  |
| PMC (KG)          | 48,97            | 7,90  | 66,86            | 8,41  | 52,56           | 6,95  | 57,88          | 10,06 | 51,50            | 5,79  | 59,26            | 7,10  |

Gráfico 10. Porcentaje muscular por deportes: 14-15 años



Gráfica 11. Porcentaje de grasa por deportes: 14-15 años





Gráfica 12. Porcentaje óseo por deportes: 14-15 años

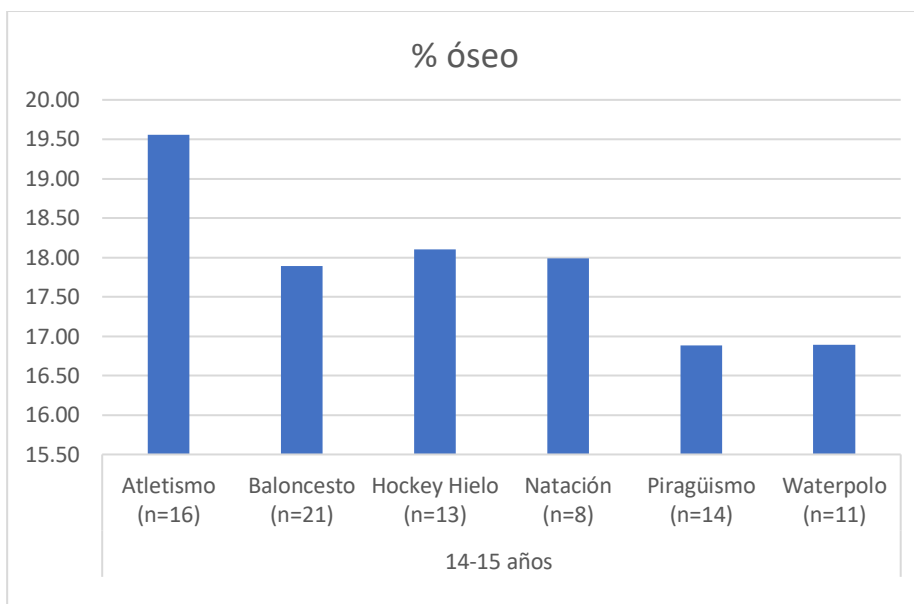


Tabla 10. Composición corporal 16-18 años: Deportes

|                     | 16-18 años      |      |                  |       |                |       |                |       |                   |       |                 |       |
|---------------------|-----------------|------|------------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|-------------------|-------|-----------------|-------|
|                     | Atletismo(n=24) |      | Baloncesto (n=9) |       | H. Hielo (n=3) |       | Natación (n=9) |       | Piragüismo (n=13) |       | Waterpolo (n=6) |       |
|                     | Media           | DE   | Media            | DE    | Media          | DE    | Media          | DE    | Media             | DE    | Media           | DE    |
| $\Sigma$ . Pliegues | 44,73           | 8,44 | 70,07            | 21,08 | 80,87          | 27,39 | 56,00          | 12,75 | 57,82             | 21,68 | 67,52           | 21,01 |
| % grasa             | 7,95            | 1,44 | 12,31            | 3,65  | 14,19          | 4,74  | 9,88           | 2,18  | 10,49             | 4,21  | 11,87           | 3,66  |
| % muscular          | 48,18           | 3,95 | 44,85            | 5,01  | 43,85          | 3,98  | 45,69          | 2,33  | 46,53             | 3,82  | 44,23           | 2,71  |
| % óseo              | 18,47           | 2,33 | 16,35            | 1,32  | 15,15          | 0,91  | 16,88          | 1,32  | 16,99             | 1,61  | 16,55           | 0,71  |
| Peso (kg) grasa     | 5,15            | 1,31 | 10,71            | 3,84  | 11,55          | 5,60  | 7,34           | 2,23  | 6,96              | 2,75  | 8,65            | 2,50  |
| Peso (kg) MC        | 30,84           | 3,84 | 37,77            | 4,91  | 33,98          | 5,11  | 33,62          | 4,46  | 30,70             | 3,96  | 32,39           | 3,05  |
| PMC (KG)            | 59,37           | 6,31 | 76,06            | 12,37 | 66,69          | 10,83 | 66,13          | 8,51  | 59,17             | 7,43  | 64,62           | 6,30  |

Gráfico 13. Porcentaje muscular por deportes: 16-18 años

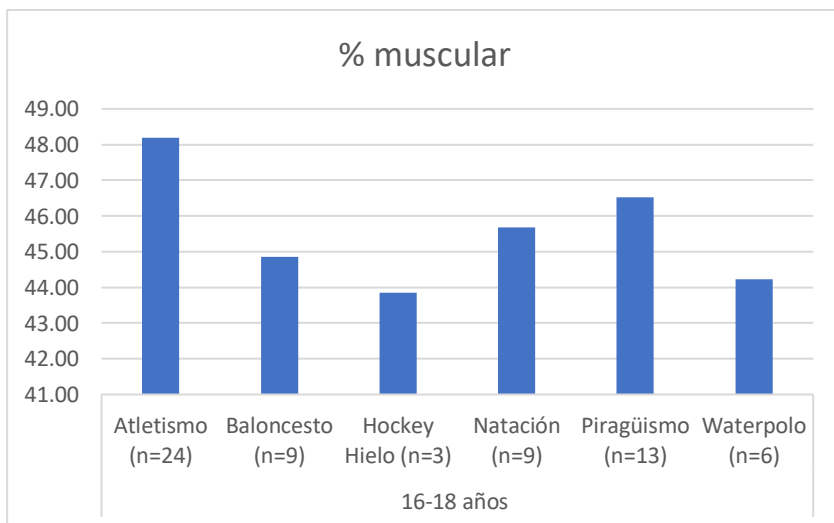


Gráfico 14. Porcentaje de grasa por deportes: 16-18 años

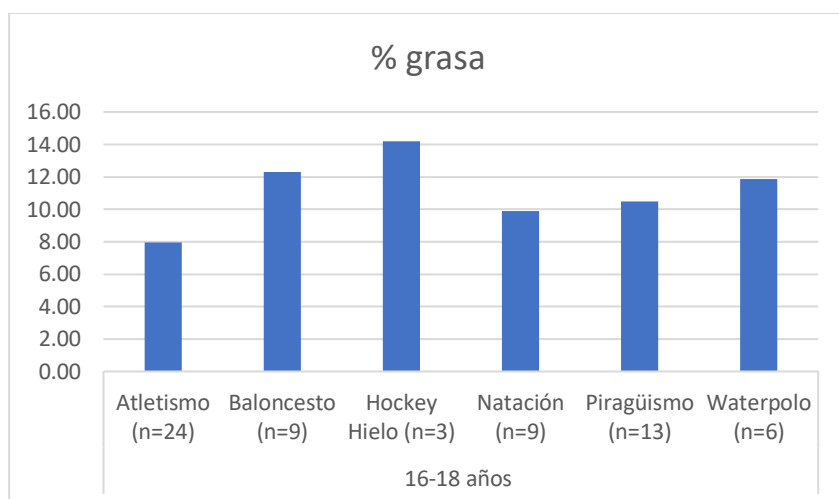
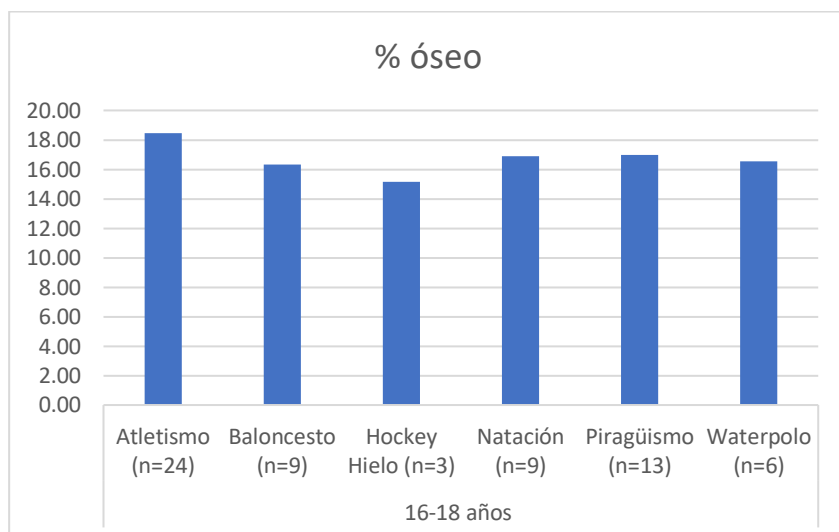


Gráfico 15. Porcentaje óseo por deportes: 16-18 años



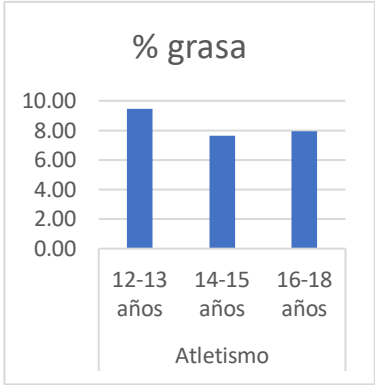
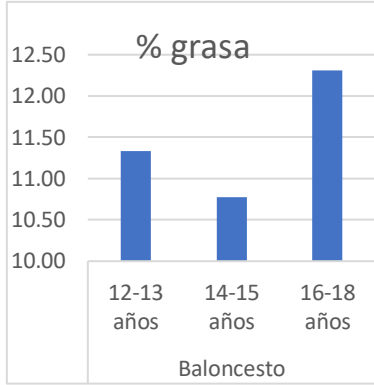
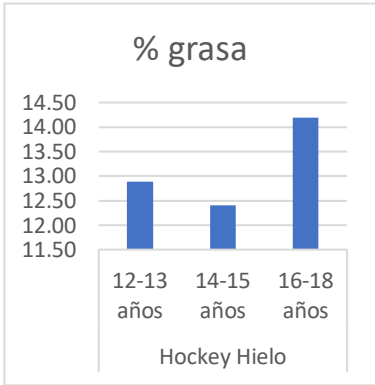
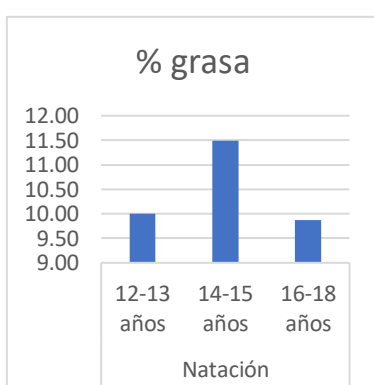
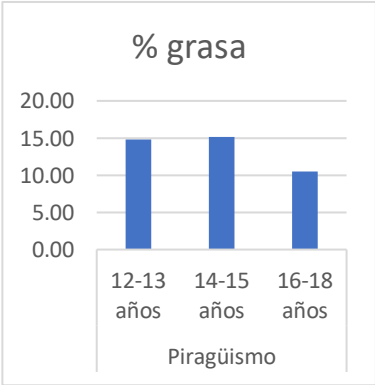
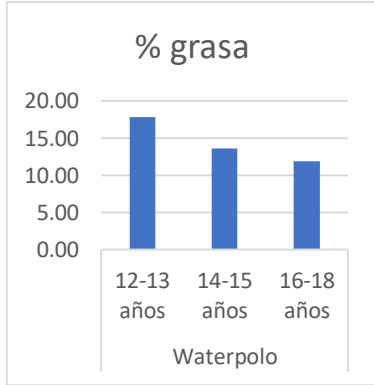
## Grasa corporal

Para el grupo de 12-13 años (*Tabla 8. Composición corporal 12-13 años: Deportes*) han sido el waterpolo (100,99 cm y 17,81 %) y piragüismo (83,76 cm y 14,82 %) los deportes con un mayor *sumatorio de pliegues y de grasa corporal* (respectivamente), mientras que el atletismo ha sido el deporte con un resultado menor de ambos valores (53,70 cm y 9,48 %). Esto se repite en el grupo de 14-15 años (*Tabla 9. Composición corporal 14-15 años: Deportes*), siendo waterpolo (77,51 cm y 13,63%) y piragüismo (86,01 cm y 15,16 %) los deportes con valores más altos y el atletismo (42,94 cm y 7,65%) es el deporte con valores más bajos. A los 16-18 años (*Tabla 10. Composición corporal 16-18 años: Deportes*), el hockey hielo (80,87 cm y 14,19 %), waterpolo (67,52 cm y 11,87 %) y baloncesto (70,07 cm y 12,31 %) han sido los deportes con mayor sumatorio de pliegues (cm) y % de grasa, el deporte con un valor más bajo en este grupo de edad sigue siendo el atletismo (44,73 cm y 7,95%).

Analizando el porcentaje de grasa entre los diferentes grupos de edad se ha encontrado diferencia estadísticamente significativa entre los 12-13 años y los 16-18 años, y entre los 14-15 años y los 16-18 años. En el grupo de 12-13 años no se ha encontrado diferencia significativa entre cada uno de los deportes. A los 14-15 años se ha encontrado diferencia significativa entre: atletismo y baloncesto, atletismo y hockey hielo, atletismo y natación, atletismo y piragüismo, atletismo y waterpolo, baloncesto y piragüismo. A los 16-18 años se ha encontrado diferencia significativa entre: atletismo y baloncesto, atletismo y hockey hielo, atletismo y natación, atletismo y piragüismo, atletismo y waterpolo, hockey hielo y natación.

Con respecto al **peso de grasa (kg)**, los resultados muestran como ha disminuido en el último grupo de edad (7,23 kg) con respecto al primero (7,40 kg), siendo el segundo grupo donde se ha obtenido un valor medio más alto (7,88 kg). Dividiendo los grupos de edad en los diferentes deportes, siempre coincide el atletismo como el deporte con un peso de grasa menor, a los 12-13 años (4,58 kg), 14-15 años (4,11 kg) y 16-18 años (5,15 kg). Sin embargo, al hablar del valor más alto encontramos al waterpolo en el grupo 12-13 años (9,96 kg), al waterpolo (9,83 kg) y piragüismo (9,85 kg) con valores casi idénticos en el grupo 14-15 años, y el baloncesto (10,71 kg) y hockey hielo (11,55 kg) en el grupo 16-18 años.

Tabla 11. Evolución con la edad del % grasa corporal individual de cada deporte.

|   | Atletismo    |            |            |  | Baloncesto |            |            |
|---|--------------|------------|------------|--|------------|------------|------------|
| Edad  | 12-13 años   | 14-15 años | 16-18 años | Edad   | 12-13 años | 14-15 años | 16-18 años |
| % grasa   | 9,48         | 7,65       | 7,95       | % grasa  | 11,33      | 10,78      | 12,31      |
|    |              |            |            |    |            |            |            |
|   | Hockey Hielo |            |            |  | Natación   |            |            |
| Edad  | 12-13 años   | 14-15 años | 16-18 años | Edad   | 12-13 años | 14-15 años | 16-18 años |
| % grasa   | 12,89        | 12,40      | 14,19      | % grasa  | 10,00      | 11,49      | 9,88       |
|   |              |            |            |   |            |            |            |
|   | Piragüismo   |            |            |  | Waterpolo  |            |            |
| Edad  | 12-13 años   | 14-15 años | 16-18 años | Edad   | 12-13 años | 14-15 años | 16-18 años |
| % grasa   | 14,82        | 15,16      | 10,49      | % grasa  | 17,81      | 13,63      | 11,87      |
|  |              |            |            |  |            |            |            |

## Masa muscular

El **porcentaje muscular** de los deportistas se ha mantenido constante y con muy poca variación con el paso de los años (*Tabla 7. Composición corporal según grupos de edad*). El valor más alto se ha recogido a los 16-18 años (46,45 %), pero con una diferencia poco significativa con respecto a los 12-13 años (46,27 %) y a los 14-15 años (44,91 %).

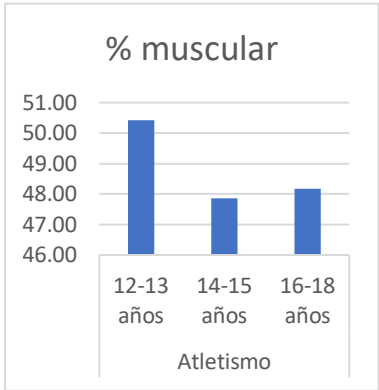
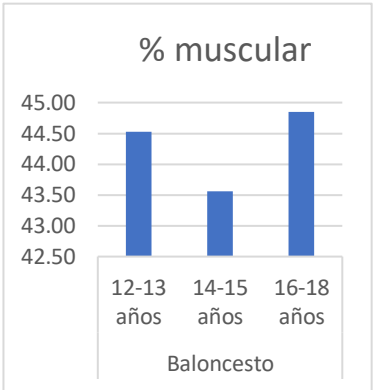
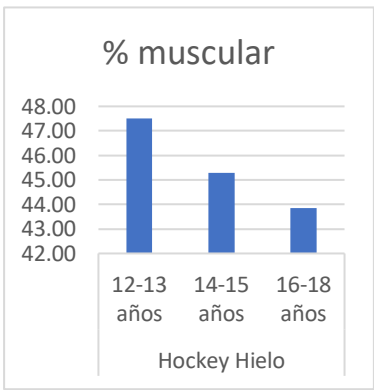
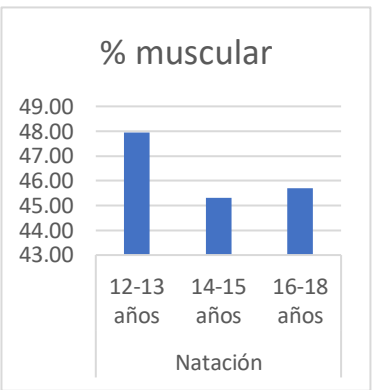
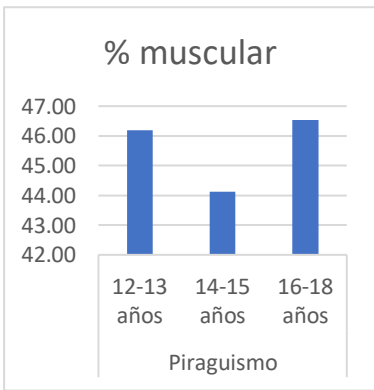
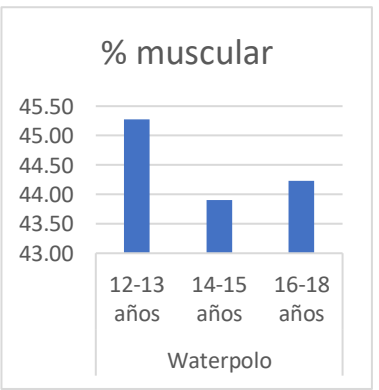
Observando la evolución con los años dentro de cada deporte, se ve una ligera disminución del % muscular en atletismo, hockey hielo, natación y waterpolo. A su vez aumenta con los años en el caso del baloncesto y piragua. Aun así, las diferencias son poco significativas y los valores son prácticamente constantes dentro de cada deporte con el paso de los años. (*Tabla 12. Evolución con la edad del % muscular corporal individual de cada deporte.*)

En todos los grupos de edad el atletismo es el deporte con un % muscular más elevado. En el extremo contrario se encuentra el waterpolo y baloncesto, los deportes que han obtenido un % menor de masa muscular.

Al comparar por grupos de edad, solo se ha encontrado diferencia significativa para el porcentaje muscular entre los 14-15 años y los 16-18 años. Dentro del grupo de 12-13 años, no se ha encontrado diferencia estadística significativa entre los deportes. A los 14-15 años se ha encontrado diferencia significativa entre: atletismo y baloncesto, atletismo y natación, atletismo y piragüismo, atletismo y waterpolo. A los 16-18 años solamente se ha encontrado diferencia estadística significativa entre el atletismo y el waterpolo.

Con respecto al **Peso Magro Corporal (PMC)** la *Tabla 7 (Composición corporal según grupos de edad)* muestra como con los años aumenta considerablemente, comenzando con una media de 45,54 kg de los 12-13 años, y llegando hasta una media de 63,46 kg en el grupo 16-18 años. Al dividir la muestra en los tres grupos de edad y por los diferentes deportes, el baloncesto es el deporte que ha obtenido un valor más elevado en 12-13 años (54,36 kg), en 14-15 años (66,86 kg) y en 16-18 años (76,06 kg). Al otro lado de la balanza encontramos el atletismo, el deporte con un menor PMC tanto en 12-13 años (43,23 kg), como en 14-15 años (48,97 kg.). En el grupo 16-18 años el piragüismo ha obtenido el valor más bajo para el PMC (59,17 kg) seguido de cerca otra vez por el atletismo (59,37 kg). Al igual que ocurre de manera general, cogiendo la totalidad de la muestra, ocurre de manera particular en cada deporte, es decir, al aumentar la edad del grupo, aumenta el PMC.

Tabla 12. Evolución con la edad del % muscular corporal individual de cada deporte.

| <table> <tr> <th colspan="4">Atletismo</th></tr> <tr> <th>Edad</th><th>12-13 años</th><th>14-15 años</th><th>16-18 años</th></tr> <tr> <td>%muscular</td><td>50,42</td><td>47,87</td><td>48,18</td></tr> </table>      |            |            |            | Atletismo    |  |  |  | Edad | 12-13 años | 14-15 años | 16-18 años | %muscular  | 50,42 | 47,87 | 48,18 |
|---|------------|------------|------------|--------------|--|--|--|------|------------|------------|------------|------------|-------|-------|-------|
| Atletismo   |            |            |            |              |  |  |  |      |            |            |            |            |       |       |       |
| Edad  | 12-13 años | 14-15 años | 16-18 años |              |  |  |  |      |            |            |            |            |       |       |       |
| %muscular   | 50,42      | 47,87      | 48,18      |              |  |  |  |      |            |            |            |            |       |       |       |
| <table> <tr> <th colspan="4">Baloncesto</th></tr> <tr> <th>Edad</th><th>12-13 años</th><th>14-15 años</th><th>16-18 años</th></tr> <tr> <td>%muscular</td><td>44,53</td><td>43,56</td><td>44,85</td></tr> </table>    |            |            |            | Baloncesto   |  |  |  | Edad | 12-13 años | 14-15 años | 16-18 años | %muscular  | 44,53 | 43,56 | 44,85 |
| Baloncesto  |            |            |            |              |  |  |  |      |            |            |            |            |       |       |       |
| Edad  | 12-13 años | 14-15 años | 16-18 años |              |  |  |  |      |            |            |            |            |       |       |       |
| %muscular   | 44,53      | 43,56      | 44,85      |              |  |  |  |      |            |            |            |            |       |       |       |
| <table> <tr> <th colspan="4">Hockey Hielo</th></tr> <tr> <th>Edad</th><th>12-13 años</th><th>14-15 años</th><th>16-18 años</th></tr> <tr> <td>%muscular</td><td>47,50</td><td>45,30</td><td>43,85</td></tr> </table>  |            |            |            | Hockey Hielo |  |  |  | Edad | 12-13 años | 14-15 años | 16-18 años | %muscular  | 47,50 | 45,30 | 43,85 |
| Hockey Hielo  |            |            |            |              |  |  |  |      |            |            |            |            |       |       |       |
| Edad  | 12-13 años | 14-15 años | 16-18 años |              |  |  |  |      |            |            |            |            |       |       |       |
| %muscular   | 47,50      | 45,30      | 43,85      |              |  |  |  |      |            |            |            |            |       |       |       |
| <table> <tr> <th colspan="4">Natación</th></tr> <tr> <th>Edad</th><th>12-13 años</th><th>14-15 años</th><th>16-18 años</th></tr> <tr> <td>%muscular</td><td>47,95</td><td>45,30</td><td>45,69</td></tr> </table>     |            |            |            | Natación     |  |  |  | Edad | 12-13 años | 14-15 años | 16-18 años | %muscular  | 47,95 | 45,30 | 45,69 |
| Natación  |            |            |            |              |  |  |  |      |            |            |            |            |       |       |       |
| Edad  | 12-13 años | 14-15 años | 16-18 años |              |  |  |  |      |            |            |            |            |       |       |       |
| %muscular   | 47,95      | 45,30      | 45,69      |              |  |  |  |      |            |            |            |            |       |       |       |
| <table> <tr> <th colspan="4">Piragüismo</th></tr> <tr> <th>Edad</th><th>12-13 años</th><th>14-15 años</th><th>16-18 años</th></tr> <tr> <td>% muscular</td><td>46,19</td><td>44,13</td><td>46,53</td></tr> </table>  |            |            |            | Piragüismo   |  |  |  | Edad | 12-13 años | 14-15 años | 16-18 años | % muscular | 46,19 | 44,13 | 46,53 |
| Piragüismo  |            |            |            |              |  |  |  |      |            |            |            |            |       |       |       |
| Edad  | 12-13 años | 14-15 años | 16-18 años |              |  |  |  |      |            |            |            |            |       |       |       |
| % muscular  | 46,19      | 44,13      | 46,53      |              |  |  |  |      |            |            |            |            |       |       |       |
| <table> <tr> <th colspan="4">Waterpolo</th></tr> <tr> <th>Edad</th><th>12-13 años</th><th>14-15 años</th><th>16-18 años</th></tr> <tr> <td>%muscular</td><td>45,27</td><td>43,91</td><td>44,23</td></tr> </table>   |            |            |            | Waterpolo    |  |  |  | Edad | 12-13 años | 14-15 años | 16-18 años | %muscular  | 45,27 | 43,91 | 44,23 |
| Waterpolo   |            |            |            |              |  |  |  |      |            |            |            |            |       |       |       |
| Edad  | 12-13 años | 14-15 años | 16-18 años |              |  |  |  |      |            |            |            |            |       |       |       |
| %muscular   | 45,27      | 43,91      | 44,23      |              |  |  |  |      |            |            |            |            |       |       |       |

## Masa ósea

Se observa una disminución progresiva del % óseo con la edad (*Tabla 7: Composición corporal según grupos de edad*) siendo los 12-13 años la edad con un mayor % óseo (19,19 %) y los 16-18 años la edad con menor valor (17,31 %).

Esta afirmación se traduce de igual manera dentro de cada deporte. Cumpliéndose en todos los deportes esta reducción de masa ósea con el paso de los años.

Distinguiendo por deportes, en el grupo de 12-13 años (*Tabla 8. Composición corporal 12-13 años: Deportes*) el waterpolo (17,83 %) y la natación (18,41 %) son los deportes con un % óseo más bajo, y el atletismo (20,03 %) y baloncesto (19,77 %) son los deportes con mayor % óseo. En los 14-15 años (*Tabla 9. Composición corporal 14-15 años: Deportes*) el waterpolo (16,89 %) sigue siendo el deporte con menor % óseo junto con el piragüismo (16,88 %), y el atletismo (19,56 %) es el deporte con un mayor % óseo. En el grupo de los 16-18 años (*tabla 10: Composición corporal 16-18 años: Deportes*) es el hockey hielo (15,15 %) el deporte con un menor % óseo, mientras que el atletismo (18,47 %) sigue siendo el deporte con mayor valor. Sin embargo, en este grupo de edad se han obtenido valores muy parecidos y apenas hay diferencias entre los distintos deportes.

Se ha encontrado diferencia significativa estadística entre los 12-13 y 14-15 años, y entre los 12-13 y 16-18 años. Dentro del grupo 12-13 años no se ha encontrado diferencia significativa estadística entre los diferentes deportes. A los 14-15 años se ha encontrado diferencia significativa estadística entre: atletismo y baloncesto, atletismo y piragüismo, atletismo y waterpolo. A los 16-18 años se ha encontrado diferencia estadística significativa entre: atletismo y baloncesto, atletismo y hockey hielo, atletismo y piragüismo, hockey hielo y waterpolo.

### 3.3 Resultados Somatotipo

Tabla 13. Somatotipo según grupos de edad

|                   | <i>E 12-13</i><br>( <i>n=55</i> ) | <i>E 14-15</i><br>( <i>n=83</i> ) | <i>E 16-18</i><br>( <i>n=64</i> ) |
|-------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
|                   | Media                             | Media                             | Media                             |
| <i>Endomorfia</i> | 3,00                              | 2,58                              | 2,20                              |
| <i>Mesomorfia</i> | 4,16                              | 4,14                              | 4,40                              |
| <i>Ectomorfia</i> | 3,67                              | 3,54                              | 3,25                              |

Tabla 14. Somatotipo 12-13 años: Deportes

|                   | <i>12-13 años</i> |                   |                 |                |                  |                 |
|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|----------------|------------------|-----------------|
|                   | Atletismo (n=2)   | Baloncesto (n=15) | H. Hielo (n=19) | Natación (n=2) | Piragüismo (n=9) | Waterpolo (n=8) |
|                   | Media             | Media             | Media           | Media          | Media            | Media           |
| <i>Endomorfia</i> | 2,18              | 2,48              | 2,99            | 2,46           | 3,26             | 4,04            |
| <i>Mesomorfia</i> | 4,27              | 3,50              | 4,28            | 4,11           | 4,36             | 4,90            |
| <i>Ectomorfia</i> | 3,82              | 4,45              | 3,48            | 3,78           | 3,61             | 2,67            |

Tabla 15. Somatotipo 14-15 años: Deportes

|                   | <i>14-15 años</i> |                  |                 |               |                  |                 |
|-------------------|-------------------|------------------|-----------------|---------------|------------------|-----------------|
|                   | Atletismo (n=16)  | Baloncesto(n=21) | H. Hielo (n=13) | Natación(n=8) | Piragüismo(n=14) | Waterpolo(n=11) |
|                   | Media             | Media            | Media           | Media         | Media            | Media           |
| <i>Endomorfia</i> | 1,70              | 2,35             | 2,89            | 2,32          | 3,48             | 2,99            |
| <i>Mesomorfia</i> | 3,25              | 3,92             | 4,54            | 4,42          | 4,50             | 4,70            |
| <i>Ectomorfia</i> | 4,68              | 3,74             | 3,18            | 3,48          | 2,86             | 2,87            |

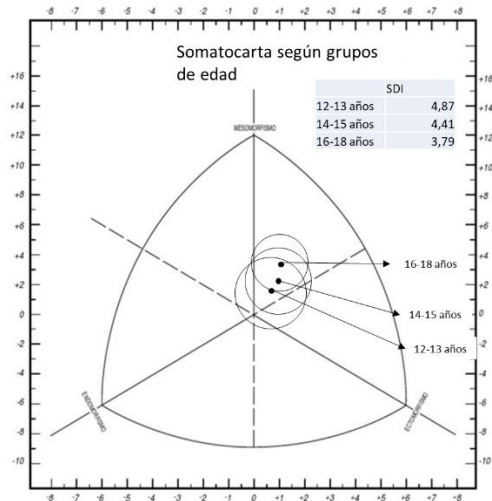
Tabla 16. Somatotipo: 16-18 años: Deportes

|                   | <i>16-18 años</i> |                  |                       |                |                   |                 |
|-------------------|-------------------|------------------|-----------------------|----------------|-------------------|-----------------|
|                   | Atletismo (n=24)  | Baloncesto (n=9) | Hockey Hielo<br>(n=3) | Natación (n=9) | Piragüismo (n=13) | Waterpolo (n=6) |
|                   | Media             | Media            | Media                 | Media          | Media             | Media           |
| <i>Endomorfia</i> | 1,79              | 2,72             | 3,20                  | 2,16           | 2,26              | 2,49            |
| <i>Mesomorfia</i> | 4,00              | 4,20             | 5,78                  | 4,58           | 4,76              | 4,58            |
| <i>Ectomorfia</i> | 3,72              | 3,08             | 1,71                  | 3,13           | 3,10              | 2,89            |

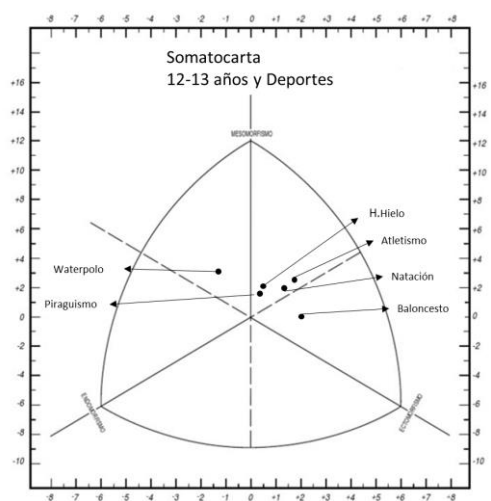


**Somatocarta:**

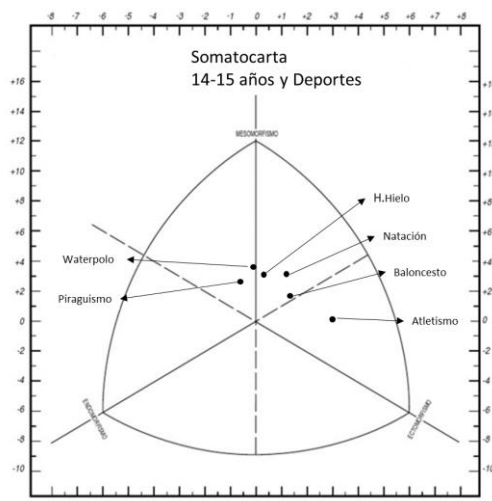
*Ilustración 1. Somatocarta según grupos de edad*



*Ilustración 2. Somatocarta: Deportes 12-13 años*



*Ilustración 3. Somatocarta: Deportes 14-15 años*



*Ilustración 4. Somatocarta: Deportes 16-18 años*

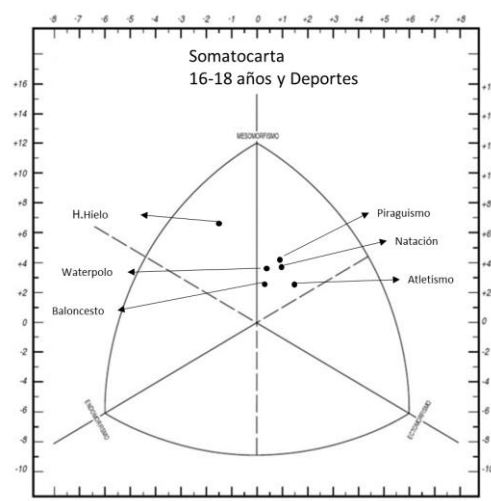
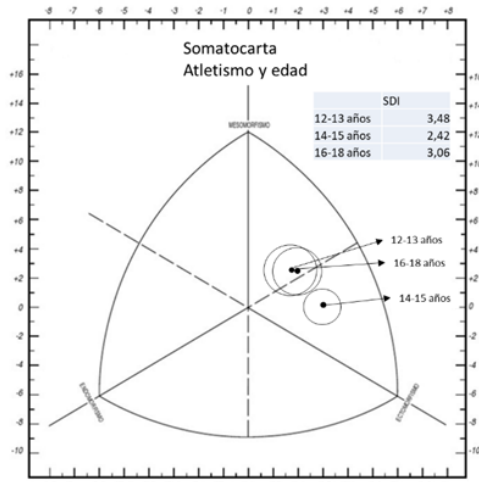


Ilustración 5. Somatocarta: Atletismo y Edad



## Grado en Nutrición Humana y Dietética

Ilustración 6: Somatocarta: Baloncesto y Edad

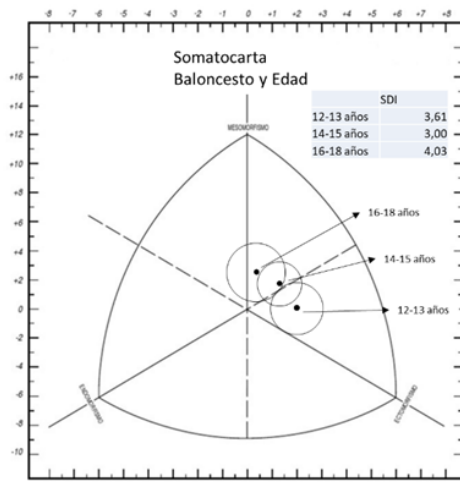


Ilustración 7. Somatocarta: H.Hielo y Edad

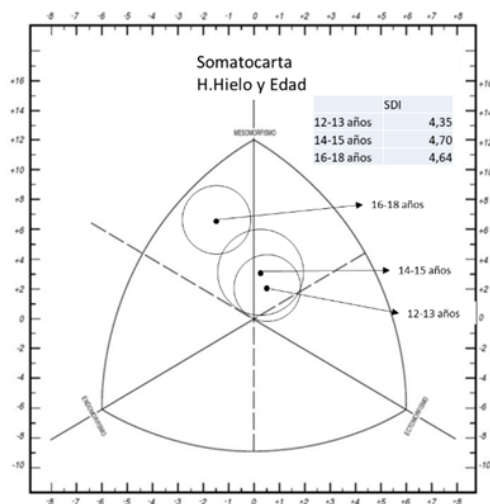


Ilustración 8. Somatocarta: Natación y Edad

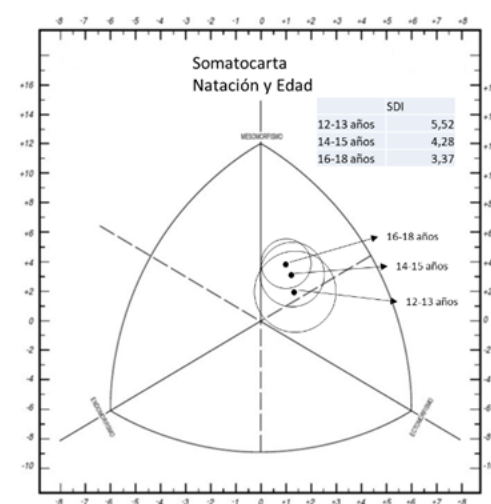


Ilustración 9. Somatocarta: Piragüismo y edad

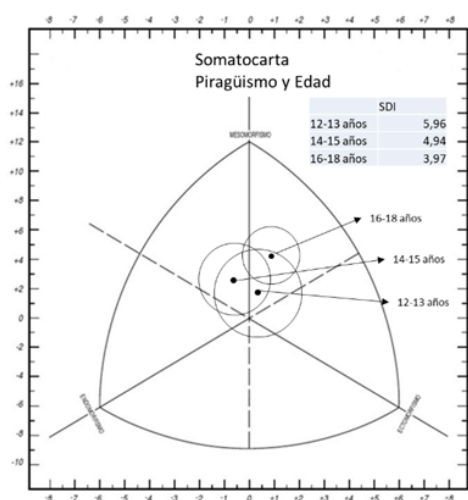
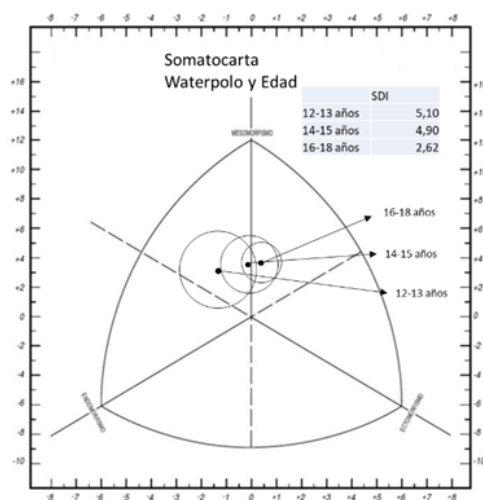


Ilustración 10. Somatocarta: Waterpolo y edad



En la *Tabla 14. (Somatotipo 12-13 años: Deportes)* aparecen los valores de endomorfia, mesomorfia y ectomorfia en los diferentes deportes en el grupo de edad de 12-13 años. La *tabla 15. (Somatotipo 14-15 años: Deportes)* muestra estos valores en el grupo 14-15 años y la *Tabla 16. (Somatotipo: 16-18 años: Deportes)* de los 16-18 años. A su vez esto está representado gráficamente en la *ilustración 2* (12-13 años), la *ilustración 3* (14-15 años) y la *ilustración 4* (16-18 años).

Nuestros **atletas** de 12-13 años han presentado un somatotipo (2.18, 4.27, 3.82) mesomorfo-ectomorfo (*Tabla 14*), los de 14-15 años (1.70, 3.25, 4.68) meso-ectomorfo (*Tabla 15*), y los de 16-18 años (1.79, 4.00, 3.72) vuelve a ser mesomorfo-ectomorfo (*Tabla 16*).

A los 12-13 años el somatotipo de nuestros jugadores de **baloncesto** ha sido (2.48, 3.50, 4.45) ecto-mesomorfo (*Tabla 14*), a los 14-15 años (2.35, 3.92, 3.74) mesomorfo-ectomorfo (*Tabla 15*), y a los 16-18 años (2.72, 4.20, 2.08) endo-mesomorfo (*Tabla 16*).

Nuestros jugadores de **hockey hielo** a los 12-13 años han tenido un somatotipo medio (2.99, 4.28, 3.48) mesomorfo balanceado (*Tabla 14*), a los 14-15 años (2.89, 4.59, 3.18) mesomorfo balanceado (*Tabla 15*), y a los 16-18 años  $n=3$  (3.20, 5.78, 1.71) endo-mesomorfo (*Tabla 16*).

Los deportistas de **natación** presentan un somatotipo (2.46, 4.11, 3.78) mesomorfo-ectomorfo (*Tabla 14*) a los 12-13 años, a los 14-15 años (2.32, 4.42, 3.48) ecto-mesomorfo (*Tabla 15*), y a los 16-18 años (2.16, 4.58, 3.13) vuelve a ser ecto-mesomorfo (*Tabla 16*). También se observa una disminución de la dispersión de los somatotipos conforme aumenta la edad de los nadadores.

En el **piragüismo** a los 12-13 años se reporta un somatotipo mesomorfo-balanceado (*Tabla 14*), a los 14-15 años endo-mesomorfo (*Tabla 15*), y a los 16-18 años ecto-mesomorfo (*tabla 16*). Con respecto a la dispersión de los somatotipos, se ha visto una disminución de esta a medida que la edad del grupo aumenta., habiéndose obtenido el valor más bajo a los 16-18 años.

El somatotipo de los deportistas de **waterpolo** que presentamos a los 12-13 años (4.04, 4.90, 2.67) es endo-mesomorfo (*Tabla 14*), a los 14-15 años (2.99, 4.70, 2.87) mesomorfo balanceado (*Tabla 15*), y a los 16-18 años (2.49, 4.58, 2.89) ocurre lo mismo, mesomorfo balanceado (*Tabla 16*). La dispersión de los somatotipos ha sufrido una disminución a medida que la edad aumenta.

---

## 4. DISCUSIÓN

---

### 4.1 Discusión Descripción de la muestra

#### Talla

Según el Estudio español de crecimiento publicado en 2010 (*Carrascosa, A et al. (2010)*), la media de los españoles para la altura a los 12-13 años es de  $156,12 \text{ cm} \pm 7,4$ , a los 14-15 años  $168 \pm 7,6 \text{ cm}$ , y a los 16-18 años  $174,4 \pm 6,74 \text{ cm}$ . En nuestro estudio para el grupo 12-13 años la media para la altura ha sido  $163,9 \pm 12,4 \text{ cm}$ , en el grupo 14-15 años  $175 \pm 10,1 \text{ cm}$  y en el grupo 16-18 años  $178,9 \pm 8 \text{ cm}$ . En los tres grupos de edad los percentiles para la media de la altura y su respectiva edad han oscilado entre p62-p66.

Los valores tan elevados para la altura respecto a la población general que hemos obtenido, podrían darnos a pensar que el deporte tiene un impacto positivo para incrementar la talla de los sujetos, sin embargo, hay que tener en cuenta que los deportistas que practican deportes en los que la estatura elevada es una condición prácticamente necesaria para llegar al máximo nivel como es el caso del baloncesto, la natación o incluso el waterpolo, hacen que se haya obtenido una muestra con una media de altura superior con respecto a la población normal.

Como era de esperar el deporte con una media más elevada para la talla en todos los grupos de edad ha sido el baloncesto. Sus valores se encuentran por encima del p90 en todas las edades. Y es que deportistas con estatura elevada son seleccionados de manera prácticamente natural para el baloncesto ya que esta condición es muy ventajosa a la hora de desarrollar el deporte con respecto a individuos con menor estatura.

Seguido del baloncesto, la natación y el waterpolo han sido los deportes con unos valores medios de altura más elevados.

En el caso de la natación los percentiles para la altura han oscilado entre el p73-p78 en todas las edades. Estos resultados cobran sentido ya que el nadador es un deportista que ser alto, tener extremidades largas y una buena envergadura les hace tener mayor palanca en las articulaciones y así potenciar de forma más eficiente la fuerza que ejercen las extremidades superiores y las manos, por tanto, les permite tener un mejor rendimiento. (*Mielgo-ayuso, J. 2012*) Un claro ejemplo de ello es Michael Phelps que con una altura de 1,93 m y una envergadura de 2,05 m ha logrado un total de 22 medallas en los 4 juegos olímpicos que ha participado

Al comparar nuestros resultados con un estudio (*Mielgo-ayuso, J. 2012*) realizado a 10 nadadores ( $13,20 \pm 1,32$  años) federados de la Región de Murcia y con un tiempo de experiencia de 3 a 5 años, donde la media para la altura fue de 174,3 cm los resultados son similares para la talla, siendo en nuestro caso la media de edad algo más elevada (14,6 años).

En el waterpolo a excepción del grupo 12-13 años que está en un p52 para la altura, en los otros dos grupos de edad (14-14 y 16-18 años) los percentiles para la altura rondan el p70.

El waterpolo es un deporte donde una elevada altura y tener los brazos largos permite desarrollarse de manera más exitosa y alcanzar un mayor nivel ya que permiten al jugador alcanzar, lanzar y controlar el balón más fácilmente. Además, un mayor tamaño otorga facilidades a la hora de bloquear, agarrar, y

empujar al oponente de manera más eficiente, ya que es un deporte de contacto y el factor físico cobra importancia en el 1 contra 1. (López-López, C et al. (2021)

Si comparamos nuestro estudio con la talla de otro estudio (H.Vila et al. (2010) realizado a adolescentes waterpolistas de alto rendimiento con edades entre 13-17 años ( $16.25 \pm 1.24$  años) y con una experiencia deportiva de  $7.18 \pm 1.74$  años pertenecientes al grupo de tecnificación de Madrid, hemos encontrado que la media para la estatura es menor en nuestra muestra (170,6 m) que en dicho estudio (182,2 m). Sin embargo, la edad media en nuestro estudio es de 14,5 años, casi 2 años menos, esto puede explicar la diferencia notable entre las estaturas en ambos casos.

En el hockey hielo, piragüismo y atletismo la media para la talla ha sido algo más baja, pero en estas modalidades deportivas el factor altura no es tan determinante para el desempeño óptimo del deporte y alcanzar al más alto nivel.

### Peso

Según el estudio español de crecimiento publicado en 2010 (Carrascosa, A et al. (2010) la media de los españoles para el peso a los 12-13 años es de 49,55 kg, a los 14-15 años 60,57 kg y a los 16-18 años 68,04 kg. En nuestro estudio los resultados han sido 52,94 kg a los 12-13 años, 64,59 kg a los 14-15 años y 70,70 a los 16-18 años. (Tabla 3. Edad, altura, peso, percentiles y IMC: Según grupos de edad.)

Hemos obtenido datos ligeramente superiores para el peso con respecto a la población general situando nuestra muestra entre los percentiles p52-p57 para el peso en los tres grupos de edad. Esto puede estar relacionado a la mayor media para la altura de nuestra muestra con respecto a la población general. Además, los deportistas suelen desarrollar una mayor masa muscular que hace que puedan llegar a ser más pesados.

El deporte con una media de peso mayor en todos los grupos de edad ha sido el baloncesto encontrándose en el p69 en el grupo 12-13 años, p78 a los 14-15 años y p>90 a los 16-18 años. Esto concuerda con el comentario anterior, la elevada altura de estos deportistas hace que el peso también sea superior al resto de deportes. Obtenemos el mismo patrón de resultados en una medida algo menos acusada en el waterpolo y la natación, que en todos los grupos de edad ha obtenido percentiles para el peso superiores al p50, oscilando entre el p55 y llegando incluso hasta el p72. Esto se puede justificar debido a la elevada estatura que abunda en los deportistas que practican estos deportes, a una elevada masa muscular, o a ambos casos. En el extremo contrario encontramos el atletismo, el deporte con una media de peso menor, ocupando percentiles entre el p26-p35 para el peso en los 3 grupos de edad. El atletismo de medio fondo y de fondo (modalidades que hemos tenido en cuenta en este estudio), es un deporte en el cual una talla no muy alta y un bajo peso corporal son algunas de las características morfológicas que representan a estos deportistas. Y esto no es casualidad ya que es un deporte en el cual hay que desplazar al propio cuerpo distancias largas, por tanto, tener un peso ligero ayuda a

desplazarse más fácilmente y de manera más eficaz (*Rojas Castro, J. E. (2018)*). Esto se ve reflejado en nuestro estudio observándose el peso inferior que han obtenido los atletas respecto a los demás deportes.

Cabe mencionar que el hockey hielo en el grupo 16-18 años ha sido el deporte con una media de peso mayor, después del baloncesto. En este grupo la muestra ha sido muy reducida ( $n=3$ ), por tanto, no es lo suficientemente representativa como para compararla con el resto de deportes y sacar conclusiones significativas, ya que puede ser que, por el azar, estos individuos tengan un peso superior a sus compañeros de deporte y no los representen.

## **IMC**

Al tratarse de población deportista la medida del IMC por sí sola puede ser engañosa ya que un peso elevado puede ser causa de un % muscular alto. Por tanto, en este apartado se tratará el IMC y posteriormente se verá detalladamente la composición corporal de cada deporte.

Con respecto al IMC a los 12-13 años, según el estudio español de crecimiento publicado en 2010 (*Carrascosa, A et al. (2010)*) muestra una media de  $20,15 \pm 3,5$ . En el grupo de 14-15 años  $21,36 \pm 3,5$  y en el grupo 16-18 años  $22,31 \pm 3,4$ . En nuestro estudio hemos encontrado valores similares siendo  $19,53 \pm 3,31$  en el primer grupo,  $21,03 \pm 3,09$  en el segundo grupo y  $21,95 \pm 2,6$  en el tercer grupo (*Tabla 3. Edad, altura, peso, percentiles y IMC: Según grupos de edad*). Al ser adolescentes, solo con el IMC no podemos determinar si tienen sobrepeso, obesidad, normopeso o bajo peso. Para complementar el valor del IMC en estos casos donde no es población adulta hemos estudiado los resultados junto con las curvas de la OMS para niños y adolescentes (2007). Después de analizar dichas curvas, los tres grupos de edad se encuentran entre los percentiles p50 y p85 para el IMC lo que hace referencia a normopeso o peso normal.

A los 12-13 años el IMC de los todos los deportes (excepto el waterpolo) se encuentran en torno el p50 y p85 y clasificándose en normopeso. El waterpolo con un IMC de 20,84 se encuentra entre el p85 y p97 lo que hace referencia a sobrepeso. Sin embargo, en este caso al ser deportistas este IMC elevado puede deberse a un mayor % muscular y en ese caso no sería sobrepeso. Posteriormente se valorará si este IMC elevado hace referencia a sobrepeso o a un % muscular alto.

A los 14-15 años el atletismo tiene un IMC que oscila entre los percentiles p15 y p50. En el baloncesto, hockey hielo, natación y piragua los IMC son superiores encontrándose entre los percentiles p50 y p85. Todos ellos se clasifican en normopeso a excepción del waterpolo que al igual que en el grupo de los 12-13 años con un IMC de 22,5 se encuentra en sobrepeso. Habrá que observar si es por un % muscular elevado o por exceso de grasa.



A los 16-18 años ha sido el baloncesto el deporte con mayores valores para esta variable obteniendo un 25,4. Al igual que pasaba con el waterpolo anteriormente se encuentra entre los percentiles p85-p97 y por tanto se le atribuye a sobrepeso según la curva de la OMS. Sin embargo, hay que determinar si la razón de este IMC elevado es causa de la masa muscular o del % graso. El IMC del atletismo se encuentra entre los percentiles p15-p50 y el resto entre el p50 7 p85, todos ellos dentro de normopeso.

El atletismo ha sido el deporte con menor IMC en todos los grupos de edad. Lo que se relaciona estrechamente con los datos anteriormente expuestos para el peso, donde ha sido el deporte con valores inferiores para este valor en todos los grupos de edad. Tiene sentido que sea así por la razón de que, a menor peso, y por tanto menor IMC, a estos atletas les cuesta menos trabajo desplazarse en las largas distancias que deben recorrer.

## 4.2 Discusión Composición Corporal

### Sumatorio de pliegues y % de grasa

Durante la adolescencia se produce un descenso del porcentaje graso corporal en toda la población fruto del desarrollo madurativo. Sin embargo, la población deportista tiende a tener un porcentaje graso menor debido al mayor gasto calórico diario que proporciona el entrenamiento y en muchos casos a que esta población deportista tiende a cuidar más su alimentación que las personas que no realizan deporte. (Izquierdo Redan, M., & Ibáñez Santos, J. (2000) Esta afirmación se confirma con los datos hallados en este estudio donde en las *gráficas 1* y *gráfica 2* encontramos que a mayor edad disminuyen los valores para el sumatorio de pliegues y por tanto los valores del % de grasa corporal.

Analizando de manera individual cada deporte (*Tabla 11. Evolución con la edad del % grasa corporal individual de cada deporte.*) vemos que esta disminución progresiva de % graso a lo largo de la adolescencia se cumple en todos los deportes a excepción del baloncesto y hockey hielo, que ha aumentado.

Analizando el porcentaje de grasa entre los diferentes grupos de edad se ha encontrado diferencia estadísticamente significativa entre los 12-13 años y los 16-18 años, y entre los 14-15 años y los 16-18 años. En el grupo de 12-13 años no se ha encontrado diferencia significativa entre cada uno de los deportes. A los 14-15 años se ha encontrado diferencia significativa entre: atletismo y baloncesto, atletismo y hockey hielo, atletismo y natación, atletismo y piragüismo, atletismo y waterpolo, baloncesto y piragüismo. A los 16-18 años se ha encontrado diferencia significativa entre: atletismo y baloncesto, atletismo y hockey hielo, atletismo y natación, atletismo y piragüismo, atletismo y waterpolo, hockey hielo y natación.

El **waterpolo** ha sido uno de los deportes con un mayor % de grasa corporal en todas las edades. Al comparar nuestros resultados con otro estudio (López-López *et al.* (2021) de waterpolistas (que utilizó

la fórmula de Slaughter) de entre 13 y 17 años y con una experiencia deportiva de  $7.18 \pm 1.74$  años pertenecientes a la federación madrileña de waterpolo hemos encontrado una media mayor de grasa corporal con respecto a dicho estudio en el grupo de 12-13 años, sin embargo, en el grupo 14-15 y 16-16 años el % graso ha sido menor en nuestro caso.

Si nos fijamos en jugadores de waterpolo de la selección española con una edad media de  $24,93 \pm 5,45$  y con una experiencia  $11,14 \pm 4,02$  años practicando el deporte (*H.Vila et al. (2020)*) observamos que en nuestro estudio los valores para el  $\Sigma$  de pliegues (habiéndose utilizado en ambos estudios los mismos pliegues cutáneos) son muy superiores a los 12-13 años. A los 14- 15 años seguimos teniendo valores superiores, pero ya no tan acusados como en los más pequeños. A los 16-18 años el  $\Sigma$  de pliegues ha sido incluso algo menor en el presente trabajo. Esto nos dice que a medida que aumentan los años de práctica deportiva los jugadores de waterpolo de nuestra muestra, más se asemeja el componente graso a jugadores de élite en este deporte.

La grasa corporal de los **nadadores** de nuestro estudio es menor si la comparamos con otro estudio publicado por *Mielgo-ayuso, J. (2012)*, realizado a 10 nadadores federados de la Región de Murcia con una edad de  $13,2 \pm 1,32$  años y entre 3 y 5 años practicando el deporte. Dicho estudio utilizó las fórmulas de Withers, Faulkner y Carter, en cualquier caso, el % graso de nuestra muestra en todos los grupos de edad fue menor. Esta afirmación se repite habiéndose encontrado un % de grasa menor que en otro estudio que utilizó las fórmulas de Carter y Faulkner para el % graso) realizado a 20 nadadores del Club Natación de Manresa de entre 13 y 16 años con una experiencia en este deporte de 3 a 5 años. (*Ensenat Solé A, et al (1992)*). También hemos analizado nuestros resultados con los que reportaron *Pons V, et al. (2015)*. En este caso utilizaron la fórmula de Faulkner para el cálculo del porcentaje graso, e incluyeron nadadores pertenecientes a la selección nacional de natación. Dicho estudio divide la muestra de nadadores en  $<16$  y  $> 16$  años. En comparación con los menores de 16 años de dicho estudio, hemos obtenido un valor menor para la grasa a los 12-13 años, pero al tener una muestra reducida en este grupo de edad ( $n=2$ ) no es representativo para sacar ninguna conclusión. Para el grupo 14-15 años el % graso ha sido prácticamente el mismo que en nuestro estudio. Y si nos vamos al grupo de 16-18 años y lo comparamos con los nadadores mayores de 16 años, nuestros resultados han sido algo menores para el % graso.

Podemos concluir que nuestra muestra de nadadores se asemeja en lo que se refiere al % graso de nadadores del máximo nivel nacional, llegando incluso a ser inferior en nuestro grupo de 16-18 años.

El **piragüismo** ha sido uno de los deportes con mayor %graso, sobre todo a los 12-13 años y a los 14-15 años. Los resultados a los 16-18 años no sobresalen tanto con respecto a los demás deportes. Al comparar estos datos con un estudio (*Carrasco L, et al (2005)*) (que utilizó la fórmula de Faulkner para



el cálculo del % graso) realizado a 48 chicos de 13-14 años convocados por la Real Federación Española de Piragüismo y con una experiencia media de  $3,5 \pm 1,8$  años, nuestros resultados para la grasa a los 12-13 y 14-15 años (que son los grupos con los que podríamos realizar una comparativa justa por edad con este estudio) son ligeramente superiores. El grupo de 16-18 años tiene unos valores iguales para el porcentaje graso que los obtenidos en el CAR de Sant Cugat (*Pons V, et al. (2015)* (fórmula de Faulkner), para piragüistas pertenecientes a la selección nacional. Hemos observado una disminución notable del % de grasa corporal con la edad en los participantes de este deporte, llegando incluso a obtener un % de grasa semejante a piragüistas del más alto nivel nacional.

El **atletismo** es el deporte con menor % de grasa del presente estudio en todas edades. Hemos revisado los resultados para esta variable publicados por *Navarro, V. (2020)*, que contó con atletas evaluados en el Centro de Medicina Deportiva de Chestre (Valencia), pertenecientes a los Planes de Especialización Deportiva del Centro de Tecnificación de Chestre y considerados deportistas de alto nivel nacional en el que, además, la muestra está dividida en grupos de edades muy similares a las de este trabajo. Tras analizar dicho estudio (que utilizó la fórmula de Yuhasz modificada por Faulkner) encontramos diferencias en cuanto al %graso siendo este menor en el presente trabajo para todos los grupos de edad. Destacar la diferencia notable encontrada a los 14-15 años (7,65% frente a un 10,05 %, siendo 14-16 años la edad recogida en ese estudio) y a los 16-18 (7,95% frente a un 10,85% de grasa para la edad 17-20 años, una edad algo superior a la nuestra, pero con una diferencia bastante grande en todo caso.)

Los valores de referencia para el % graso recogidos por *Pons V, et al. (2015)* procedentes del CAR de Sant Cugat para atletas de marcha y de fondo de élite pertenecientes a la selección nacional y en edad adulta, son 9,8% (para la fórmula de Faulkner). Este dato se acerca más al obtenido en nuestro trabajo, sin embargo, seguimos obteniendo valores menores para el % graso.

Hay que destacar el bajo % graso de los atletas en el presente estudio en comparación con atletas adolescentes de edad similar e incluso con atletas de élite de edad adulta.

El **baloncesto** presenta una gran variedad en lo que se refiere a composición corporal dependiendo de la posición en la que se juegue. El base suele ser el jugador más bajo y rápido del equipo, y el pívot tiene un físico mucho mayor. En este estudio no se ha distinguido entre posiciones y se han recogido los valores medios únicamente dividiendo por edades siendo 9,48%, 10,78% y 12,31% respectivamente para las edades 12-13, 14-15 y 16-18 años.

Hemos analizado nuestros resultados con los de otro estudio elaborado por *Del Campo, M.A. et al (2016)* que describe el perfil cineantropométrico del equipo cadete ( $15,35 \pm 0,59$  años) masculino del Valencia Basket Club, y donde sí han distinguido por posiciones. Para compararlo con nuestro estudio

### Grado en Nutrición Humana y Dietética

se ha recogido la media del % graso de todas las posiciones. El resultado ha sido un 12,53% según la fórmula de Withers. Con este dato podemos decir que para las edades 12-13 años y 14-15 años el % graso ha sido menor en nuestro estudio, sin embargo, a la edad de 16-18 años el % graso ha sido muy similar.

En este grupo de edad también se ha obtenido un % de grasa bastante parecido a una muestra de jugadores de baloncesto pertenecientes a la selección nacional de una edad media de  $21,4 \pm 5,8$  años, con un % de grasa 12,7 (Fórmula de Faulkner). (*Pons V et al. (2015)*)

Hay muy pocos estudios realizados sobre la composición corporal y el somatotipo de jugadores de **Hockey Hielo**, por lo que para discutir nuestros resultados sobre el somatotipo lo hemos comparado con estudios sobre hockey patín y hockey hierba, que, pese a no ser considerados deportes iguales, se asemejan mucho en cuanto al gesto técnico que ambos deportes ejecutan. En base a esto tras analizar un estudio (*Pérez F et al. (2015)*) que incluyó a 2 equipos de División de Honor de la liga española de hockey patín con edades comprendidas entre 18 y 31 años y un entrenamiento medio de 10 horas semanales, y un equipo de élite español de hockey hielo, los resultados para el % grasa fueron similares y oscilaron entre 9-10% (fórmula de Sloan). Este resultado indica que efectivamente puede que los deportistas que practican hockey hielo y hockey patín, debido a su gran semejanza en su desarrollo, tengan una composición corporal semejante.

Al haber encontrado esta semejanza en el % graso y debido a la escasez de bibliografía acerca del hockey hielo, hemos considerado comparar nuestros resultados con otros estudios sobre el hockey patín.

Según *Cortes Rada, M. L., & López Murillo, O. E. (2013)* el porcentaje graso del AA.NOIA, equipo campeón de la supercopa de Europa de hockey patín en el 1989-1990 ( $n=8$ ) y de la selección española de hockey patín del 1989 ( $n=9$ ) fue de 6,97 % y 9,08% respectivamente para la grasa corporal (según Faulkner) . Por otro lado, el estudio publicado por *Pons V et al. (2015)* reportó una media de 11,9 % (Fórmula de Faulkner) para la grasa corporal en jugadores de la selección nacional de hockey patín ( $n=13$ ).

Como se puede comprobar hay discrepancia entre la bibliografía acerca de la composición corporal de este deporte, tanto de hockey hielo como patín, habiéndose encontrado diferentes porcentajes para la grasa corporal. En el caso de nuestro estudio los valores para el % de grasa que se han obtenido son superiores a los encontrados en los anteriores estudios citados. Sin embargo, a los 12-13 años y 14-15 nuestros resultados se asemejan (aun siendo algo superiores) a los citados por *Pons V et al. (2015)*. En el caso de los 16-18 años el %graso ha sido mayor, pero la muestra es escasa ( $n=3$ ) por tanto no es lo suficientemente consistente para valorarla.

Debería estudiarse más la composición corporal y el somatotipo de los deportistas que practican el hockey hielo, de esta manera la comparación de nuestra muestra sería más correcta y ajustada a este deporte.

### Masa muscular

Según *Santana, S., & Espinosa, A. (2003)* la masa muscular es variable y depende de muchos factores como la edad, el sexo, la alimentación y el ejercicio físico. En cuanto al sexo la masa muscular es mayor en hombres que en mujeres y aumenta de forma progresiva con la edad hasta los 20 años. De los 20 a los 30 se mantiene más o menos constante y a partir de ahí, la masa muscular empieza a disminuir de forma muy lenta. Después de los 50 aumenta la pérdida de masa muscular y a partir de los 60 se produce a una velocidad mayor (*Gómez-Cabello, A et al. (2012)*). Un estudio publicado por *Izquierdo Redan, M., & Ibáñez Santos, J (2000)*

cuyo objeto era observar el impacto del deporte en la composición corporal y donde se escogió una muestra de niños y niñas de 11 a 17 años, distinguió entre: niños activos con un entrenamiento de unas 6 horas a la semana, niños con niveles moderados de actividad física, y niños con niveles bajo de actividad física. Los resultados demuestran que los niños con niveles altos de entrenamiento obtuvieron una mayor masa muscular y menor masa grasa asociado a que también tuvieron una madurez avanzada que se reflejaba en el PHV (pico de máximo crecimiento) y en la madurez ósea, ya que también eran más altos y más pesados. Entre el grupo moderadamente activo y poco activo, el primero obtuvo un menor % grasa, pero en lo referente al % muscular no se vieron diferencias. Esto podría sugerir que es necesario un tipo de entrenamiento físico más intenso sin el cual no se aprecian cambios en la masa muscular.

Como se puede ver en la *Tabla 7. (Composición corporal según grupos de edad)* tanto el peso (kg) muscular como el Peso Magro Total ha aumentado en todos los grupos de edad, tanto con la muestra total sin distinción entre deportes, como clasificando entre los diferentes deportes.

Era lógico de esperar que a medida que aumenta la edad y los años de práctica deportiva, la masa muscular (kg) y el peso magro corporal sean mayores (Tabla 8, Tabla 9 y Tabla 10). Pero a pesar de que % muscular y masa muscular hacen referencia a una misma realidad, hablan de conceptos diferentes, ya que por mucho que aumente la masa muscular puede que con respecto al cómputo general de compartimentos corporales lo haga en menor medida, por tanto, el % de músculo con respecto al total disminuya.

Observando toda nuestra muestra sin distinguir entre los diferentes deportes, el peso (kg) de masa muscular ha aumentado gradualmente desde los 12-13 años hasta los 16-18 años, como es lógico. Sin embargo, el % muscular se ha mantenido más o menos constante a los 12-13 y 16-18 años, mientras

que a los 14-15 años ha sido menor. Aunque estos resultados puedan parecer paradójicos no debemos pasar por alto que pese haber aumentado la masa muscular en este grupo de edad, el resto de componentes que componen el peso magro corporal y/o la masa grasa pueden haber aumentado más, por tanto, el resultado es un % muscular menor.

### Waterpolo

En el presente estudio el grupo de edad con mayor % muscular ha sido el de menor edad (12-13 años), seguido del grupo de 16-18 años y, por último, el grupo con menor % muscular ha sido a los 14-15 años.

Al comparar nuestros resultados con un estudio (*H.Vila et al. (2020)*) de waterpolistas pertenecientes a la federación madrileña de entre 13 y 17 años y con una experiencia deportiva de  $7.18 \pm 1.74$  años, se ha observado que el % muscular es similar en los tres grupos de edad, sin apenas diferencias entre ambos estudios. Aun así, en dicho estudio no especifica la fórmula que utilizan para el cálculo del % muscular, con lo que es difícil la comparación. Esto también sucede al compararlo con otro estudio publicado por *Enseñat Solé A et al. (1992)* a 20 waterpolistas del Club Deportivo Manresa con edades entre los 13-16 años y un tiempo de entrenamiento de 3 a 5 años. Los resultados que presenta para el % muscular (no especifica fórmula) han sido similares en los tres grupos de edad.

Otro estudio que contó con una muestra de jugadores de waterpolo que han pasado por la selección española y fueron evaluados por el CAR de San Cugat (*Pons V et al. 2015*), dividió esta muestra por posiciones: Arco Jr, Fuerza Jr y Porteros Jr. En el primer caso la media de edad fue de 18,7 años y se observó un 47,6% de masa muscular (Fórmula de Drinkwater), en el segundo caso de  $17,6 \pm 2,6$  años y 47,1  $\pm 2,9\%$ , y en el tercer caso  $16,9 \pm 2$  años y 47,6  $\pm 2\%$ .

Contrastando estos resultados con los de nuestro estudio, hemos obtenido valores menores para el % muscular en los 3 grupos de edad. Estos resultados son compatibles con el hecho de que la muestra con la que lo estamos comparando es más adulta y lleva más años de práctica deportiva.

La **natación** presenta una tendencia una decreciente a medida que aumenta la edad, donde el grupo de edad 12-13 años ha sido el que mayor % muscular posee. El grupo de 16-18 años ha tenido mayor % muscular que a los 14-15 años, pero menor que los 12-13 años.

Es conveniente añadir que a los 12-13 años la muestra para este deporte ha sido muy poco representativa ( $n=2$ ) lo que no nos permite referir juicios u opiniones. Para sacar conclusiones sería necesaria una muestra mayor.

Tras revisar el estudio reportado por *Mielgo-ayuso, J. (2012)* que estudió a 10 nadadores de una edad de  $13,2 \pm 1,32$  años federados en la Región de Murcia con una experiencia deportiva de entre 3 y 5 años y utilizó la fórmula de Lee para el cálculo del porcentaje muscular, este ha sido menor que en

nuestro estudio a los 12-13 años, sin embargo, a los 14-15 y 16-18 años el % muscular ha sido algo mayor en comparación con el nuestro.

Unos resultados similares a los nuestros para el % muscular se obtuvieron en un estudio realizado a 20 nadadores de entre 13-16 años pertenecientes al Club Deportivo Manresa. (*Enseñat Solé A et al. (1992)*)

Otro estudio (*Navarro, V. (2020)*) incluyó a 100 nadadores (entre otros deportistas) considerados como deportistas de alto nivel competitivo nacional y altamente entrenados pertenecientes al Centro de Tecnificación de Chestre. Se dividió la muestra por edades: 12-13, 14-16, y 17-20 años. Para una comparación más adecuada se han observado los resultados entre los grupos de edad similares de ambos estudios y en todos los casos el % muscular (fórmula de Martin) ha sido muy superior con respecto a nuestro estudio. Para el grupo 12-13 años el % muscular ha sido del  $67,76 \pm 9,61\%$ , a los 14-16 años  $61,78 \pm 8,51\%$  y a los 17-20 años  $57,49 \pm 9,81\%$ . Cifras muy superiores a las que hemos obtenido, sin embargo, se observa un descenso del % muscular con el paso de los años, algo similar a lo que ocurre en el presente estudio.

El estudio publicado por *Pons V et al. (2015)* presentó un % muscular (Fórmula Drinkwater) de  $47,1 \pm 2,3\%$  para nadadores que pertenecen o han pertenecido a la selección nacional de natación, con una edad de  $14,5 \pm 0,9$  años. Unos resultados algo inferiores a los obtenidos para nuestro grupo de 12-13 años, y algo superiores con respecto a nuestro grupo de 14-15 años, pero en todo caso las diferencias no son importantes. Si analizamos los resultados del CAR para la edad  $18,6 \pm 2,8$  años ( $49,1 \pm 4,7\%$ ) y lo comparamos con nuestro grupo de 16-18 años, hemos obtenido unos valores menores para el % muscular.

El % muscular en el **piragüismo** ha evolucionado de manera constante a medida que el grupo es de mayor edad, siendo prácticamente el mismo a los 12-13 y a los 16-18 años, y algo menor en el grupo de los 14-15 años.

Un estudio (*Carrasco, L. et al. (2005)*) que contó con una participación de 48 piragüistas de entre 13 y 14 años convocados por la Federación Española de Piragüismo y una experiencia media de  $3,5 \pm 1,8$  años reportó una media para la masa muscular de  $43 \pm 2,3\%$ , un porcentaje algo inferior que el obtenido por la muestra de nuestro estudio, a todas las edades.

*Pons V. et al (2015)* publicó una media de  $47,5 \pm 1,9\%$  de masa muscular (Fórmula de Drinkwater) para piragüistas con una edad media de  $16,6 \pm 1,7$  que pertenecen o han pertenecido a la selección nacional. Estos datos se asemejan a los de nuestro estudio, aun así, ha sido algo superior en la muestra de dicho estudio.

El **atletismo** es uno de los deportes con mayor % muscular en nuestra muestra. Conforme la edad es mayor en nuestros deportistas, el % muscular ha ido disminuyendo progresivamente.

Un trabajo (Navarro, V. (2020) que contó con 80 atletas pertenecientes a los planes de Especialización Deportiva del Centro de Tecnificación de Cheste, dividió la muestra en 3 edades: 12-13 años, 14-15 años y 16-18 años. En él, a los 12-13 años se expresó un % muscular (Fórmula de Martin) de  $71,47 \pm 8,72$  %, a los 14-16 años un  $64,78 \pm 9,72$  % y a los 17-20 años un  $62,75 \pm 10,52$  %. Estos resultados son muy superiores llegando a alcanzar un 15% por encima de los publicados en nuestro trabajo.

Anteriormente también hemos utilizado este estudio para comparar los resultados del porcentaje muscular de la natación (ya que dicho trabajo también estudió a nadadores), y ocurría lo mismo ya que expresaba unas cifras muy superiores en % muscular a nuestra muestra de nadadores. Una posible razón de esta notable diferencia es el hecho de haber utilizado fórmulas distintas para calcular la masa muscular. Aun así, las diferencias son importantes.

El trabajo publicado por Pons V. et al (2015) estudió a un total de 100 atletas de fondo evaluados en el CAR de Sant Cugat, con una media de  $23 \pm 5,3$  años pertenecientes o que pertenecieron a la selección nacional, obtuvo una media para la masa muscular (Fórmula de Drinkwater) de  $48 \pm 2,1$  %. Un valor muy semejante al que reporta nuestro trabajo. Esto indica que nuestra muestra de atletas se asemeja en lo que se refiere a masa muscular, a atletas de élite nacionales.

La masa muscular de los jugadores de **baloncesto** se presenta apenas sin variaciones para todos los grupos que hemos establecido.

Un estudio con una muestra de 20 jugadores de baloncesto de la categoría cadete A y B (14 y 15 años) del Valencia Basket Club (Del Campo, M.A. et al (2016), dividió la muestra en las 4 posiciones posibles del equipo: Base, escolta, alero y pívot. La posición que se caracterizó por tener un mayor % muscular fue el base, seguido del alero, y por último el pívot. Para compararlo con nuestro estudio se ha cogido el valor medio de todas las posiciones lo cual supuso una media de  $41,75 (\pm 2,26)$  % (Fórmula de Lee). Este valor es inferior al presentado en nuestra muestra en todos los grupos de edad. Lo que supone un menor % de masa muscular en el equipo cadete del Valencia Club de Basket que en los jugadores de baloncesto de nuestro estudio.

El valor medio para el % muscular (Drinkwater) de jugadores de élite adultos de entre  $21,4 \pm 5,8$  años pertenecientes o que han pertenecido a la selección nacional de baloncesto y han sido evaluados y reportados por el CAR de San Cugat (Pons V. et al (2015) es de  $48,4 \pm 4,1$  %, unos valores superiores a los recogidos en el presente estudio.

Cabe destacar que los datos obtenidos en el presente trabajo para el % muscular se asemejan más en cuanto a porcentaje muscular que los que reportan los jugadores del equipo cadete del Valencia Basket, al de jugadores de élite de edad adulta del panorama nacional. Esto indica un alto nivel de entrenamiento por parte de nuestra muestra de jugadores de baloncesto.



Para el **Hockey Hielo** la evolución para la masa muscular ha ido progresivamente de más a menos a medida que aumenta la edad en el grupo.

Por los motivos mencionados con anterioridad en el apartado de % graso y sumatorio de pliegues, hemos considerado algún estudio sobre hockey patines y hockey hierba para compararlo con los resultados de nuestro trabajo. Sin embargo, sólo el estudio publicado por *Pons V. et al (2015)* ha proporcionado datos para el % muscular (Fórmula de Drinkwater). Dicho estudio incluyó a 13 jugadores de Hockey Patines con una edad de  $22,5 \pm 3,8$  años pertenecientes o que han competido en la selección española. Los resultados para el % muscular fueron de  $45,5 \pm 1,8$  %. Nuestros resultados en cuanto al % muscular a la edad de 12-13 años fueron más altos. A la edad de 14-15 años se han registrado datos prácticamente idénticos, y a los 16-18 años, los datos para el % muscular han sido menores en nuestro estudio, que con un  $n=3$  no nos permite inferir juicios definitivos ya que no es un valor representativo. Será necesario realizar más estudios sobre el Hockey Hielo para poder hacer comparaciones que se ajusten más a la realidad, ya que hay muy poca bibliografía disponible acerca de este deporte.

### Masa ósea

Los estudios realizados en adultos dicen que aquellos que practican actividad física de forma regular o han practicado algún deporte desde la infancia tienen una mayor masa ósea. Esto indica que la práctica de ejercicio favorece la mineralización ósea. Sin embargo, los estudios realizados directamente en niños son limitados y se debe seguir investigando.

Es notorio que la masa ósea aumenta durante la infancia y la adolescencia hasta alcanzar su plenitud en la tercera o cuarta década de la vida. Un estudio realizado durante 11 años con niños de entre 9 y 18 años mostraron que practicar ejercicio regular y tener buenos hábitos de vida, excluyendo el tabaco y asegurando un buen aporte de calcio, tuvieron un mayor pico de masa ósea. No obstante, este beneficio parece que se convierte en perjudicial si el entrenamiento es excesivo o no se acompaña de una buena ingesta de calcio. Un ejemplo de ello es la relación entre un entrenamiento excesivo y amenorrea causado en mujeres. O la baja densidad ósea de atletas kenianos de élite (*Izquierdo Redan, M., & Ibáñez Santos, J. (2000)*). Esto podría propiciar mayor probabilidad de lesiones y fracturas óseas. Si bien es cierto esto con la masa ósea, no significa que el ejercicio físico aumente el % óseo ya que por mucho que la masa ósea aumente, puede que respecto a los demás compartimentos del organismo (resto de componentes del Peso Magro total y la Masa grasa) no crezca tanto al aumentar la edad. Por tanto, aunque aumente la masa ósea, el % respecto al total puede disminuir. Esto mismo ha sucedido en el presente estudio y podemos observar como los resultados que presentamos para el total de nuestra muestra y sin distinguir entre deportes el % óseo ha ido disminuyendo conforme aumentaba la edad en los grupos, siendo los 12-13 años el grupo con mayor % óseo, y los 16-18 años el grupo con menor % óseo. (*Tala 5. Composición corporal según grupos de edad*).

Por tanto, podemos inferir que, aunque la masa ósea aumente, esto no es sinónimo de que también lo haga el % óseo.

Una vez dividida la muestra por grupos de edad, el atletismo ha sido el deporte con mayor % óseo a todas las edades.

Hemos comparado nuestros resultados para el % óseo con otros publicados para analizar posibles diferencias en este componente:

- Un estudio que incluyó a 21 waterpolistas de entre 13 a 17 años y con una experiencia deportiva de  $7,18 \pm 1,74$  años pertenecientes al grupo de tecnificación madrileña, tuvieron una media de  $11,91 \pm 1,45$  % óseo (López-López, C et al. (2021). Este valor es inferior a los obtenidos en nuestro estudio, pero habría que estudiar el procedimiento o fórmula que han utilizado para acercarnos a una comparación real y sacar una mejor conclusión.
- Otro estudio realizado a 20 jugadores de baloncesto de la categoría cadete del Valencia Basket Club, con una edad de  $15,35 \pm 0,59$  años, han obtenido un % óseo medio de 17,46% (Fórmula de Rocha) (Del Campo, M A. et al (2016). Si este resultado para el % óseo lo comparamos con los jugadores de baloncesto del grupo 14-15 de nuestro estudio, se observa que es prácticamente idéntico. Y si lo comparamos con el grupo de 14-15 años general de nuestro estudio (sin distinguir entre deportes), los valores siguen siendo prácticamente iguales. Por tanto, nos damos cuenta que coincide el valor para el % óseo entre estas dos muestras.
- También hemos observado el % óseo de una muestra de 10 nadadores de entre  $13,2 \pm 1,32$  años federados en la región de Murcia y con una experiencia de 3 a 5 años para el que se obtuvo un  $17,61 \pm 2,06$  % óseo (Fórmula de Rocha). Mielgo-ayuso, J. (2012). No se puede hacer una comparación realista con los nadadores de 12-13 años de nuestro estudio ya que la muestra es  $n=2$ . Sin embargo, si cogemos a la muestra total de nadadores de nuestro estudio, la media para el % óseo es similar. Por otra parte, hemos comparado este valor con el % óseo medio a los 12-13 años y a los 14-15 años sin distinguir entre deportes, y el resultado es que nuestra muestra ha obtenido un % óseo algo mayor que en dicho estudio.

Podríamos concluir que para hacer una comparación exhaustiva y realista se deberían comparar muestras similares en número de muestra, modalidad deportiva, edad y fórmula utilizada para llevar a cabo los cálculos, que debería ser la misma. En este sentido el estudio del baloncesto es el que más se asemeja con el nuestro, y los valores para el % óseo han sido muy similares.



### 4.3 Discusión Somatotipo

En lo referido al somatotipo y clasificando a la muestra por los tres grupos de edad (*Tabla 13*. Somatotipo según grupos de edad) se ve una tendencia de la endomorfia a disminuir con el paso de los años. Esto sucede también en la ectomorfia ya que sus valores van disminuyendo. La mesomorfia se mantiene constante a los 12-13 y 14-15 años, y aumenta cuando llega al grupo de edad de los 16-18 años. La evolución del somatotipo a lo largo de los años se ve representado en la *ilustración 1*. Aquí también se puede ver como la desviación típica del somatotipo va disminuyendo conforme aumentan los años siendo 4,87 a los 12-13 años, 4,41 a los 14-15 y 3,79 a los 16-18 años.

### Waterpolo

Podemos observar en la *Ilustración 10*. (*Somatocarta: Waterpolo y edad*) como a mayor edad hay una tendencia a alejarse de la endomorfia. Esto podría explicarse debido a la pérdida de grasa a medida que aumentan los años de experiencia deportiva y especialización en el deporte, ya que el waterpolo es un deporte de contacto, que requiere niveles elevados de fuerza para la ejecución de bloqueos, desplazamientos o agarras. Para ello un somatotipo mesomórfico donde hay una predominancia en la masa muscular es clave para desarrollar una ventaja competitiva. Aun siendo el componente muscular el más importante, la grasa puede ser mayor que en otros deportes ya que pasan largos periodos de tiempo bajo el agua y esta puede ayudar a la flotabilidad.

Los resultados hallados en un estudio a 21 waterpolistas de 13-17 años y una experiencia deportiva de  $7,18 \pm 1,74$  años pertenecientes al grupo de tecnificación madrileña, reportaron un somatotipo (2.5, 3.9, 3.7) clasificándolos así en mesomorfo-ectomorfos. (*López-López, C et al. (2021)*) Un somatotipo marcado por una menor adiposidad (endomorfia) y mesomorfia, traducido en una linealidad corporal más acusada que en el caso de nuestro estudio (en los tres grupos de edad).

Un estudio en el que participaron 22 jugadores pertenecientes a la selección española masculina con una edad media de  $24,77 \pm 5,69$  años reportaron un somatotipo total (2.91, 5.46, 2.16) correspondiente a mesomórfico balanceado, que indica una predominancia de la mesomorfia como característica principal de los jugadores de élite de waterpolo. (*Argudo Iturriaga, F. M. et al (2009)*) Estos resultados se corresponden con los obtenidos en nuestro estudio para los waterpolistas del grupo 14-15 y 16-18 años. Lo que indica que en lo que se refiere a somatotipo, los deportistas de estos grupos de nuestra muestra se asemejan al de jugadores de élite de este deporte. Aun así, la mesomorfia es algo más marcada en los deportistas de élite, lo que hace referencia a un componente muscular más destacado,

algo lógico viendo la edad superior y el nivel competitivo y de entrenamiento máximo que tiene esta muestra.

## Natación

Observamos una evolución progresiva del somatotipo hacia un aumento de la mesomorfia, y una disminución de la ectomorfia y la endomorfia a medida que el grupo es de mayor edad (*Ilustración 8. Somatocarta: Natación y Edad*). Esto podría explicarse debido a la especialización en el deporte, donde la masa muscular ha aumentado y la adiposidad relativa es menor a medida que el grupo de edad aumenta. Esto cobra sentido ya que el nadador necesita de masa muscular que le permita desarrollar una adecuada fuerza para desplazarse, y al mismo tiempo, pese a que la grasa permite una mayor facilidad para la flotabilidad, podría intervenir negativamente en el desplazamiento del individuo, donde participa fundamentalmente el músculo esquelético.

Un estudio que evaluó a 10 varones de una edad media de  $13,2 \pm 1,32$  años federados en la región de Murcia y una experiencia deportiva de entre 3 y 5 años clasificó a la muestra en un somatotipo (2.61, 3.57, 3.79) ectomorfo-mesomorfo. (*Mielgo-ayuso, J. (2012)*) Este somatotipo concuerda a la perfección con nuestro grupo de edad más joven.

En otro estudio similar (*Navarro, V. (2020)*) que dividió una muestra de 210 nadadores varones en grupos de edad, el grupo 12-13 años reportó un somatotipo muy similar al de nuestro grupo de 12-13 años siendo mesomorfo-ectomorfo. Sin embargo, en este grupo de edad nuestra muestra es escasa ( $n=2$ ), lo que nos impide ejecutar opiniones y conclusiones certeras. Por otra parte, los grupos de edad 14-16 y 17-20 años de dicho estudio poseen un componente de adiposidad relativa mayor, habiéndose obtenido un valor para la endomorfia superior y una ectomorfia menor que nuestros grupos de 14-15 y 16-18 años, respectivamente. La mesomorfia ha sido similar en dichos grupos de ambos estudios. Al compararlo con una muestra de nadadores de élite ( $n=34$ ) que han pasado por la selección nacional y con una edad  $<16$  años ( $14,5 \pm 0,9$ ) (*Pons V. et al (2015)*) años el somatotipo concuerda con nuestra muestra de 14-15 y 16-18 años. Y si nos fijamos en nadadores de élite que han pasado por la selección nacional de una edad mayor ( $18,6 \pm 2,8$  años), se mantiene esta afirmación siendo muy similar el somatotipo de nuestra muestra del grupo 16-18 años. Además, en estos nadadores  $>16$  años la endomorfia ha disminuido y la mesomorfia ha aumentado respecto al grupo  $<16$  años. Esta última afirmación se correlaciona con lo sucedido en el trabajo que se presenta.

Como conclusión podemos afirmar que nuestros nadadores han obtenido una menor endomorfia respecto a otra población de nadadores adolescentes. Pero es de destacar la semejanza entre el somatotipo de nuestros nadadores de 14-15 años con nadadores  $<16$  años de una muestra de élite, y también entre nuestra muestra de 16-18 años con nadadores de élite  $>16$  años.

Además, si nos fijamos como cambia con la edad el somatotipo de los jugadores <16 y los > 16 años, encontramos una evolución muy similar en nuestro caso entre los grupos de 14-15 y 16-18 años.

### Atletismo

No se ha visto una progresión continua del somatotipo con la experiencia deportiva a medida que el grupo de edad es mayor (*Ilustración 5. Somatocarta: Atletismo y Edad*). Pero hay que tener en cuenta que en el grupo de 12-13 años la muestra ha sido  $n=2$ , lo cual no es representativo y ha podido interferir a la hora de llevar a cabo esta observación. Si excluimos el grupo de 12-13 años, observamos que entre los grupos de 14-15 años y 16-18 años, la endomorfia se ha mantenido constante, y en el grupo de mayor edad la mesomorfia ha aumentado y debido a ello, la ectomorfia ha sido menor. El atletismo es una disciplina donde los cambios en el peso corporal pueden suponer una ventaja o desventaja en su desarrollo.

Este aumento de la mesomorfia supone un mayor músculo esquelético que podría ser ventajoso a la hora de desarrollar la actividad del atletismo, que consiste en desplazar el propio cuerpo. En este sentido un menor peso procedente de grasa, lo que se traduce en una menor endomorfia también podría ser positivo.

Un estudio publicado por *Sánchez, C. et al. (2003)* reportó un somatotipo (1.99, 3.87, 3.75) mesomorfo-ectomorfo para 12 corredores medallistas en Campeonatos de España de medio fondo, con una edad media de  $16,17 \pm 0,41$  años. Esto concuerda con el somatotipo de nuestra muestra de atletas de 16-18 años y parece indicar que este grupo de edad tiene un somatotipo que se asemeja mucho al que tiene una población de atletas de élite y podría considerarse ideal, para esta edad y esta modalidad deportiva.

Hemos comparado el somatotipo de nuestros atletas con los resultados reportados por *Navarro, V. (2020)*, que incluía atletas (entre otros deportistas) pertenecientes al centro de tecnificación de Cheste (Valencia) y considerados deportistas de alto nivel y altamente entrenados. Tras haber analizado los diferentes grupos de edad de ambos estudios hemos encontrado una diferencia notable, en todos ellos ha destacado la endomorfia menor en nuestro caso. Esto referencia una menor adiposidad relativa entre los atletas de nuestra muestra.

Tras analizar una muestra de 100 atletas de fondo de edad adulta ( $23 \pm 5,3$  años) que han pertenecido a la selección española y han sido evaluados por el CAR de Sant Cugat (*Pons V. et al (2015)*) se observa un somatotipo (1.7, 3.6, 3.6) mesomorfo-ectomorfo. Al comparar este resultado con nuestro estudio, nos damos cuenta que a medida que el grupo presenta una edad mayor, se asemeja más el somatotipo con el de dicho estudio. (Sin tener en cuenta el grupo 12-13 años que ha tenido una muestra no

representativa). El somatotipo medio de nuestro grupo de 16-18 años ha sido muy semejante al de esta muestra de atletas de fondo de élite.

Esto puede indicar que a medida que aumenta la edad y los años de experiencia en el deporte nuestra muestra se asemeja al somatotipo de atletas del máximo nivel del panorama nacional.

### Piragüismo

En el estudio que presentamos la evolución del somatotipo a medida que el grupo aumenta la edad no ha sido lineal (*Ilustración 9*). La endomorfia ha aumentado levemente de los 12-13 años a los 14-15 años, sin embargo, ha disminuido a los 16-18 años. Esto es beneficioso ya que hay que tener en cuenta que el **piragüismo** es un deporte donde el atleta necesita realizar un desplazamiento hidrodinámico de la embarcación y de su peso corporal, y según justifica *Aladro Gonzalvo, A. R. et al (2007)*, altos valores en el componente endomórfico tienen una correlación negativa con los niveles de rendimiento, siendo el componente muscular el que está más vinculado al éxito deportivo. La mesomorfia sí que ha aumentado progresivamente en cada grupo de edad mayor, puede que fruto de la mayor especialización y experiencia en el deporte año tras año. La ectomorfia ha disminuido levemente de los 12-13 años a los 14-15 años, pero ha vuelto a aumentar a los 16-18 años, debido en parte a la menor adiposidad relativa registrada en este grupo de edad.

Un estudio a 48 piragüistas convocados por la Real Federación Española de Piragüismo, con edades comprendidas entre 13 y 14 años y una experiencia media de práctica del deporte de  $3.5 \pm 1.8$  años (*Carrasco, L. et al (2005)*), presentó unos resultados para el somatotipo (3.4, 4.9, 2.8) que se clasificó en endo-mesomorfo.

Por similitud de edad lo hemos comparado con el grupo de 12-13 y 14-15 años de nuestro estudio. Tras analizar el grupo más joven, estos han tenido una tendencia mayor a la ectomorfia. Sin embargo, el grupo de 14-15 años tiene un somatotipo muy similar al de dicho trabajo. Por tanto, podemos afirmar que nuestra muestra de 14-15 años de piragüismo presenta un somatotipo semejante al de una muestra de élite a nivel nacional de edad similar para este deporte.

El grupo de 16-18 años lo hemos podido comparar por edad con un grupo de piragüistas con una edad media de  $16.8 \pm 1.7$  años que han pertenecido a la selección nacional y han sido evaluados por el CAR de Sant Cugat (*Pons, V. et al (2015)*). Dicho estudio reportó un somatotipo (1.9, 4.3, 3) ecto-mesomorfo. En nuestro caso, el grupo de 16-18 años tiene una endomorfia algo menor y una mesomorfia ligeramente superior, la ectomorfia es igual. Aun así, el somatotipo de nuestro grupo de 16-18 años ha sido ecto-mesomorfo, coincidiendo con el de dicho estudio con una población de élite a nivel nacional.

Tras analizar una serie de estudios encontramos que el grupo de 14-15 y 16-18 años de nuestro estudio posee un somatotipo muy parecido al de poblaciones de élite nacionales (España) de este deporte con unas edades similares.

### Baloncesto

En la *ilustración 6 (Somatocarta: Baloncesto y Edad)* aparece la evolución del somatotipo de los jugadores de **baloncesto** en los diferentes grupos de edad, los valores para la ectomorfia disminuyen, y a su vez, aumenta la mesomorfia a medida que el grupo de edad presenta una edad mayor. La endomorfia se ha mantenido constante en las diferentes edades incluso siendo algo superior en el grupo 16-18 años.

Un estudio realizado a 20 jugadores de baloncesto de la categoría Cadete A y B del Valencia Basket Club con una edad media de  $15,35 \pm 0,59$  años, publicó unos resultados para el somatotipo (2.65, 2.58 y 3.71), que lo clasificó en ectomorfo balanceado. (*Del Campo, M.A. et al (2016)*) Al compararlo con el somatotipo alcanzado en nuestros jugadores de baloncesto de 14-15 años nos damos cuenta que pese a no haber muchas diferencias en lo que se refiere a la endomorfia y ectomorfia, la mesomorfia ha sido considerablemente mayor en nuestros jugadores de esta edad.

Tras observar el somatotipo de jugadores de baloncesto de edad adulta con una edad media de  $21,4 \pm 5,8$  años que han pertenecido a la selección española de baloncesto y que fueron evaluados en el CAR, estos tuvieron un somatotipo (2.5, 1.2, 3.6) endo-ectomorfo. (*Pons, V. et al (2015)*). Después de comparar estos resultados con nuestro grupo de 16-18 años, por aproximarse en edad a los de dicho estudio, hemos encontrado diferencias entre los somatotipos. La endomorfia ha sido similar en ambos casos, sin embargo, encontramos unos valores para la mesomorfia y ectomorfia muy diferentes. Nuestros jugadores de baloncesto tienen una mesomorfia mucho mayor, y la ectomorfia es considerablemente menor que en los jugadores de baloncesto de dicho estudio.

Podría plantearse elaborar un plan nutricional para ayudar a los jugadores de nuestro estudio a acercarse al somatotipo que tienen las poblaciones de élite con las que los hemos comparado, ya que supuestamente poseen un somatotipo ideal para el desarrollo de este deporte y podría ayudarles a alcanzar un rendimiento mayor.

### Hockey Hielo

Al comparar los jugadores de hockey entre los diferentes grupos de edad en los que se ha dividido el presente estudio, encontramos que a medida que la edad es mayor, aumenta la mesomorfia y disminuye la ectomorfia (*Ilustración 7. Somatocarta: H.Hielo y Edad*). La endomorfia no ha variado

mucho. Hay que tener en cuenta aquí que para la edad de 16-18 años la muestra para los jugadores de hockey hielo ha sido escasa ( $n=3$ ) y poco representativa para sacar conclusiones.

Como he comentado en el apartado de composición corporal, al haber muy pocos estudios realizados sobre la composición corporal y el somatotipo de jugadores de Hockey Hielo, para discutir nuestros resultados sobre el somatotipo lo hemos comparado con estudios sobre hockey hierba, por su semejanza en cuanto al gesto técnico que ambos deportes ejecutan.

Un estudio que presentó a 35 jugadores de hockey hierba juvenil con una edad media de  $19,1 \pm 1$  años preseleccionados por la selección argentina para el mundial juvenil de 2005, reportó un somatotipo medio (2.0, 4.5, 2.7) ecto-mesomorfo (*Holway, F., & Seara, M. (2011)*). Tras comparar dicho resultado con los obtenidos en el presente estudio encontramos que el único grupo de edad que se asemeja es el de 14-15 años, con una mesomorfia y ectomorfia similar, pero con una endomorfia algo superior. Sería de utilidad tener una muestra mayor en nuestro grupo de 16-18 años para comprobar si a medida que aumenta la edad y práctica deportiva el somatotipo se parece más a dicho estudio, con deportistas de élite de hockey hierba. Pero al tener una escasa muestra ( $n=3$ ) no es factible hacer una comparación acertada y representativa para sacar conclusiones. Los resultados citados *Holway, F., & Seara, M. (2011)*, coinciden con los publicados por *Pons V. et al (2015)* que seleccionó a 83 jugadores de hockey hierba (entre otros deportes) con una edad media de  $22,3 \pm 4,2$  años, que habían pasado por la selección española y fueron evaluados por el CAR de Sant Cugat. En ambos estudios se reportó un somatotipo ecto-mesomorfo, lo cual nos dice que teóricamente este es el somatotipo ideal para el desarrollo óptimo de este deporte.

Para que los jugadores de hockey de nuestro estudio alcancen un rendimiento óptimo sería conveniente realizarles una planificación nutricional y de entrenamiento enfocada en producir cambios en la composición corporal y obtener somatotipos similares al de referencia.

#### **4.4 Puntos fuertes y débiles del trabajo**

La escasez de bibliografía acerca del somatotipo y composición corporal de jóvenes deportistas a nivel de la comunidad autónoma de Aragón hace que el estudio que se presenta sea de gran valor y pueda servir de referencia para los diferentes clubes y federaciones.

Se han estudiado 5 deportes diferentes (Atletismo, Baloncesto, Natación, Waterpolo y Hockey hielo), los cuales se han dividido en tres grupos para intentar minimizar los cambios asociados a la edad y/o maduración asociada a la edad (12-13, 14-15 y 16-18 años).

Como puntos negativos tenemos que la población estudiada han sido solo varones. La razón de ello es que desde la base de datos del Centro de Medicina del Deporte (Zaragoza), lugar de donde se

extrajeron los datos, había un mayor número de deportistas varones, lo cual permitía obtener una muestra mayor y abarcar un número mayor de deportes. Si incluía también a población femenina, al disponer de un número más reducido de deportistas y dividir la muestra entre los diferentes grupos de edad y entre los diferentes deportes, quedaba una muestra muy pequeña para sacar conclusiones y hacer comparaciones significativas. Otro aspecto a considerar es que se ha dividido a la muestra en 15 grupos, 5 deportes diferentes y por cada deporte 3 grupos de edad. Como punto fuerte encontramos que se han estudiado un gran número de deportes y las comparaciones han sido entre deportistas con edades muy similares entre sí, pero como punto débil tenemos que hay algún grupo donde el número de deportistas es reducido, debido al gran número de divisiones que se han realizado a la muestra total (202 deportistas).

---

## 5. CONCLUSIONES

---

Encontramos que la mayor experiencia y especialización deportiva medida en más años de práctica, y/o la maduración asociada a la edad tiene un impacto en la composición corporal y somatotipo en los deportistas del presente trabajo:

- En lo que se refiere a la composición corporal
  - Se ha producido una disminución progresiva del sumatorio de pliegues y del porcentaje de grasa corporal conforme aumenta la edad de la muestra. El peso magro corporal ha aumentado pero el porcentaje muscular ha variado poco.
  - Estudiando cada modalidad deportiva por separado (atletismo, waterpolo, natación, hockey hielo, baloncesto y piragüismo) se cumple que a medida que el grupo de nuestra muestra es de mayor edad, el porcentaje graso de los deportistas se asemeja cada vez más al de deportistas de élite de sus respectivos deportes, llegando a haber obtenido resultados prácticamente idénticos entre estos y nuestro grupo de 16-18 años. Con el componente muscular ha ocurrido algo similar, siendo en todos los deportes estudiados nuestro grupo más adulto, el más similar en porcentaje muscular al de deportistas de élite. Aun así, los valores para el porcentaje muscular han sido algo menores en los deportistas de nuestro trabajo, que los deportistas de élite diferenciados por cada modalidad deportiva.
  - Destacar el atletismo que en todos los grupos de edad ha sido el deporte con un menor componente graso, y mayor porcentaje muscular y óseo, habiéndose encontrado diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre este y los demás deportes.



- En el somatotipo
  - Encontramos una disminución de la endomorfia y ectomorfia, y un aumento de la mesomorfia, a medida que el grupo es de mayor edad.
  - En el piragüismo, waterpolo, natación y atletismo, al igual que pasaba con la composición corporal, el somatotipo de los grupos de mayor edad de nuestro estudio (16-18 años) se asemeja mucho más, con respecto a los más pequeños (12-13 años), al somatotipo descrito para los deportistas adultos de élite en sus respectivos deportes.

A modo de colorario final... El estudio del somatotipo y la composición corporal de deportistas de élite nos da una visión acerca de los valores óptimos sobre estas variables que proporcionan un mejor rendimiento y unos mayores logros deportivos. Mediante el abordaje multidisciplinar de entrenadores y nutricionistas con entrenamientos e intervenciones dietéticas especializadas, es posible inducir cambios en los compartimentos corporales con el objetivo de que estos se asemejen al de los deportistas de élite de cada modalidad deportiva, y así conseguir una mejora en el rendimiento físico.

---

## 6. AGRADECIMIENTOS

---

Quisiera agradecer a todas las personas que me han ayudado y han colaborado en la realización del presente estudio. En primer lugar, agradecer al personal del Centro de Medicina del Deporte y a su director, Juan José Lacleta Almolda, por darme acceso a los datos e información necesaria para el desarrollo del trabajo. En segundo lugar, dar las gracias a mi tutora del TFG, Iva Marques Lopes, por supervisarme en todo momento y proponerme la idea de desarrollar mi trabajo de fin de grado sobre este tema, del que sin duda no me arrepiento y del que salgo con un amplio conocimiento. Para finalizar, agradecer a Fermín Layús Pontaque, por “mortificarme”, exigirme, y ayudarme en el día a día durante la realización del trabajo, de principio a fin, sin su ayuda hubiera sido mucho más complicado llevarlo a cabo.



---

## 7. BIBLIOGRAFÍA

---

- Aladro Gonzalvo, A. R., Machado Díaz, M., & Bueno Fernández, E. (2007). Somatotipo en piraguistas de élite de Cuba. *Revista MHSalud*, 4(2).  
[www.revistas.una.ac.cr/index.php/mhsalud](http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/mhsalud)
- Alvero Cruz, J. R., Cabañas Armesilla, M. D., Herrero De Lucas, A., Martinez Riaza, L., Moreno Pascual, C., Porta Manzanido, J., Sillero Quintana, M., & Sirvent Belando, J. E. (2009). *PROTOCOLO DE VALORACIÓN DE LA COMPOSICIÓN CORPORAL PARA EL RECONOCIMIENTO MÉDICO-DEPORTIVO. DOCUMENTO DE CONSENSO DEL GRUPO ESPAÑOL DE CINEANTROPOMETRÍA DE LA FEDERACIÓN ESPAÑOLA DE MEDICINA DEL DEPORTE*
- Argudo Iturriaga, F. M., Ferragut Fiol, C., Vila Suarez, M. H., Abraldes Valeiras, J. A., Rodriguez Suárez, N., & Alcaraz Ramón, P. E. (2009). *Identificación del somatotipo de jugadoras y jugadores de waterpolo de élite español*. [efdeportes.com/efd134/somatotipo-de-jugadoras-y-jugadores-de-waterpolo.htm](http://efdeportes.com/efd134/somatotipo-de-jugadoras-y-jugadores-de-waterpolo.htm)
- Ballesteros, Rubén & Aguilar Marta (12 junio de 2020). *Antropometría: qué es, qué mide y para qué sirve*. <https://getindya.com/antropometria-que-es-que-mide-y-para-que-sirve/>
- Barrenetxea García, J. (2020). *Influencia de factores antropométricos, fisiológicos, edad relativa y entrenamiento en el rendimiento de waterpolo*.
- Carrasco, L., Martínez, P., & Soler, N. (2005). Anthropometric Profile, Somatotype, and Body Composition of Young Paddlers. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Física y El Deporte*, 5(19), 270–282.
- Carrascosa, A., Fernández, J. M., Ferrández, Á., López-Siguero, J. P., López, D., Sánchez, E., & Grupo Colaborador. (2010). *Estudios Españoles de Crecimiento 2010*.
- *Corbes Creixement Carrascosa 2010 Espanya*. (n.d.).
- Cortes Rada, M. L., & López Murillo, O. E. (2013). Caracterización morfo-funcional de jugadores de hockey sobre patines de la categoría pre-juvenil de la liga del Valle del Cauca. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.
- Del Campo, M. A., Sánchez, R. E., Sospedra, I., Norte-Navarro, A., Martinez-Rodriguez, A., & Martínez-Sanz, J. M. (2016). Características cineantropométricas en jugadores de baloncesto adolescentes. *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica*, 20(1), 23–31.  
<https://doi.org/10.14306/renhyd.20.1.179>

- Enseñat Solé A, Matamala Cura R, Negro Canet Antoni (1992). Estudio antropométrico de nadadores y waterpolistas de 13 a 16 años. *Apunts: Educación Física i Esports*, 28(December), 12–17.
- Gómez-Cabello, A., Vicente Rodríguez, G., Vila-Maldonado, S., Casajús, J. A., & Ara, I. (2012). Envejecimiento y composición corporal: la obesidad sarcopénica en España. *Nutrición Hospitalaria*, 27(1), 22-30.
- González Jiménez, E. (2013). Composición corporal: Estudio y utilidad clínica. In *Endocrinología y Nutrición* (Vol. 60, Issue 2, pp. 69–75).  
<https://doi.org/10.1016/j.endonu.2012.04.003>
- Henrrique De Rose, E., & Aragonés Clemente, M. T. (1984). 1984 Cineantropometría. *Archivos Medicina Deporte*, 1(0), 45–53.
- Holway, F., & Seara, M. (2011). Cineantropometría de los jugadores juveniles campeones mundiales de hockey sobre hierba. *Apunts, Med. Esport*, 46(172), 163–168.
- Izquierdo Redan, M., & Ibáñez Santos, J. (2000). Crecimiento y maduración del deportista joven: aplicación para el desarrollo de la fuerza. *Cuadernos Técnicos de Deporte*, 11(1990), 66.
- Jiménez Fernández, G. Y., & Vila Machado, M. (2012). Caracterización fisiológica de los sistemas energéticos en el atletismo. [efdeportes.com/efd174/sistemas-energéticos-en-el-atletismo.htm](http://efdeportes.com/efd174/sistemas-energéticos-en-el-atletismo.htm)
- López-López, C., Rodríguez Sorroche, C., & Jiménez-López, L. (2021). Revista Andaluza de Medicina del Deporte: Balance 2020. *Revista Andaluza de Medicina Del Deporte*, 14(1), 1–2.  
<https://doi.org/10.33155/J.RAMD.2021.02.002>
- Marfell-Jones, M., Olds, T., Stewart, A., & Carter, L. (2006). *Estándares Internacionales para Mediciones Antropométricas Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría*.
- Martines Yépez, J. G., & García Díaz, A. J. (n.d.). *El deporte, otras vertientes y la diversidad de sus clasificaciones*.
- Martínez Sanz, J. M., & Urdampilleta Otegui, A. (2012). Protocolo de medición antropométrica en el deportista y ecuaciones de estimaciones de la masa corporal. *EFDeportes.Com, Revista Digital*. [efdeportes.com/efd174/protocolo-de-medición-antropométrica-en-el-deportista-hm](http://efdeportes.com/efd174/protocolo-de-medición-antropométrica-en-el-deportista-hm)
- Martínez-Sanz, J. M., Urdampilleta, A., Guerrero, J., & Barrios, V. (2011). *Somatotipo-Morfología en los Deportistas*. <https://efdeportes.com/efd159/el-somatotipo-morfologia-en-los-deportistas.htm>

- Merced Goire, Á. (2013). *Análisis fisiológico del baloncesto*. [efdeportes.com/efd185/análisis-fisiologiconcesto.htm](http://efdeportes.com/efd185/análisis-fisiologiconcesto.htm)
- Mielgo-ayuso, J. (2012). *Composición corporal y somatotipo de nadadores adolescentes*. 16(4), 130–136.
- Moreira, O. C., Alonso-Aubin, D. A., Patrocinio De Oliveira, C. E., Candia-Luján, R., & de Paz, J. A. (2015). *Methods of assessment of body composition: an updated review of description, application, advantages and disadvantages*.
- Navarro, V. (2020). Composición corporal y somatotipo de jóvenes deportistas de alto nivel de atletismo, natación y triatlón. *Revista Española de Educación Física y Deportes - REEFD*, 429, 31–46. <http://reefd.es/index.php/reefd/article/view/898>
- Pérez, F. J. R., Bonafonte, L. F., & Peral, R. (2015). *Perfil Antropométrico i funcional del jugador d ' hoquei sobre patins Perfil antropométrico y funcional del jugador de hockey sobre patines*. XXX.
- Pons, V., Riera, J., Galilea, P. A., Drobnic, F., Banquells, M., & Ruiz, O. (2015). Anthropometric characteristics, body composition and somatotype by sport. Reference data from a high performance centre in San Cugat, 1989-2013. *Apunts Medicina de l'Esport*, 50(186), 65–72. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2015.01.002>
- Reilly, T., & Borrie, A. (1999). *Fisiología Aplicada al Hockey sobre Césped*. PubliCE
- Rojas Castro, J. E. (2018). *CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y MOTORAS DE LOS ATLETAS DE FONDO* (Vol. 7).
- Sánchez, C., Sánchez, B. R., & Díaz, M. Z. (2003). *Determinación del perfil antropométrico de jóvenes corredores de medio fondo de élite*.pdf. <https://efdeportes.com/efd58/mediof.htm>
- Sanchez, Carlos (16 de abril de 2018). *Nutrición para rendimiento óptimo en natación*. <https://powerexplosive.com/nutricion-para-rendimiento-optimo-en-natacion/>
- Santana, S., & Espinosa, A. (2003). Composición corporal. *Acta Médica*, 11, 26–37.
- Sillero Quintana, M. (2005.). Tema-5. Composición corporal.
- Vila, H., Ferragut, C., Abalde, J. A., Rodríguez, N., & Argudo, Y. (2010). *ANTHROPOMETRIC CHARACTERISTICS OF ELITE PLAYERS IN WATER POLO*. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de La Actividad Física y El Deporte*, 10(40), 652–663