

# ÍNDICE DE MASA CORPORAL (IMC), CONDICIÓN CARDIORRESPIRATORIA E IMPLICACIÓN DEL ALUMNADO DE SEXTO DE PRIMARIA EN UNA CLASE DE EDUCACIÓN FÍSICA.

Nuria Sánchez-Campillo Muñoz (\*) y Juan Luis Yuste Lucas (\*\*)

(\*) *CEIP Nuestra Señora del Rosario, Torre Pacheco.*

(\*\*) *Departamento de Expresión Plástica, Musical y Dinámica. Universidad de Murcia.*

## Resumen

El objetivo del presente estudio es analizar, en 52 alumnos de  $11,46 \pm 0,503$  años, el IMC y condición cardiorrespiratoria del alumnado de sexto de primaria, establecer relaciones entre IMC y test de Ruffier y comparar los niveles de implicación cardiovascular en una clase de Educación Física utilizando para ello pulsómetros. El 30% de las niñas y de los niños estaban en los percentiles 95 y 85 respectivamente considerados con sobrepeso y obesidad. Los alumnos se encuentran en un nivel mediocre pobre o bajo de condición cardiorrespiratoria. No hallamos una correlación significativa entre el IMC y los resultados de Ruffier, ni entre el IMC entre niños y niñas, pero si existen en el test de Ruffier a favor de los niños. En las clases de Educación Física, tampoco hay diferencias significativas entre los de mayor IMC respecto a los de menor IMC.

## Abstract

The aim of the present study is to test, with 52 students  $11,46 \pm 0,503$  years old, the BMI and the heart-respiratory condition of the pupils of sixth grade at elementary school, to set relationships between BMI and Ruffier's test and to compare the levels of cardiovascular implication in a classroom of Physical Education using this heart rate monitors. The 30% of the girls and of boys are in percentile 95 and percentile 85 respectively. Pupils are in a poor or low level of cardio respiratory condition. We don't find a significant correlation between BMI and Ruffier's results nor BMI between girls and boys, but we do in the Ruffier's test in favour of boys. In the lectures of Physical Education, there aren't significant differences between those of higher BMI with respect to those of lower BMI.

## JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

Actualmente, las poblaciones de países considerados desarrollados, fallecen por exceso de ingesta de alimentos, donde el inicio del proceso patológico, la obesidad, tiene su comienzo, cada vez más frecuentemente, en edades más tempranas (infancia), considerándolos por ello, como un grupo de riesgo (Manonelles y cols., 2008). Por otra parte, si añadimos el incesante crecimiento de estilos de vida hipocinéticas a una alimentación con elevadas ingestas calóricas, ello ha provocado lo que actualmente conocemos como epidemia del siglo XXI, la obesidad, de las sociedades desarrolladas (Watts et al., 2005). Hay suficiente evidencia de que los orígenes de la enfermedad cardiovascular se encuentran en la infancia y la adolescencia (Twisk, 2000), así como indicar también la dificultad encontrada para modificar conductas en la vida adulta, siendo la infancia y adolescencia, etapas claves en la prevención primaria de enfermedades cardiovasculares y otras patologías asociadas a estilos de vida hipocinéticas (Martínez y Sánchez, 2008).

Debido al incesante incremento de la obesidad infantil y a que esta etapa de la vida sufre cada vez los efectos de patrones de vida sedentarios propiciados por diversos factores (avances tecnológicos, incremento de actividades lúdicas de corte hipocinético, entre otras), cobra especial interés el uso de material para llevar a cabo la medición de la actividad física en escolares (Rowland and Eston, 1997). Así, Patterson (2000), señala la importancia del uso de la frecuencia cardiaca como un marcador fisiológico del consumo de oxígeno, siendo este por tanto, un material adecuado para evaluar la actividad física. Reforzando lo hasta ahora dicho, el uso de pulsómetros en escolares, es un material que señala de manera objetiva los efectos fisiológicos de la actividad física, ofreciendo este por tanto, registros válidos de frecuencia cardiaca en estas edades escolares (DuRant et al., 1993).

Con intención de poder obtener datos referentes al Índice de Masa Corporal (IMC), condición cardiorrespiratoria e implicación del alumnado de primaria en las clases de Educación Física, para con ello poder aplicar un plan de intervención, la presente investigación tiene los siguientes objetivos como objeto de estudios:

- Analizar el IMC y condición cardiorrespiratoria del alumnado de sexto de primaria.
- Establecer las relaciones entre IMC y resultados del test de Ruffier en los dos grupos de sexto de primaria.
- En función del IMC, comparar los niveles de implicación cardiovascular de los alumnos de sexto de primaria en una clase de Educación Física.

## **MARCO TEÓRICO**

### **Obesidad infantil.**

La obesidad es una enfermedad de aumento de la masa corporal grasa y constituye un problema de salud pública de alcance mundial. En mayo de 2004, la 57.<sup>a</sup> Asamblea Mundial de la Salud la declara *epidemia del siglo XXI* y aprueba la creación de una estrategia sobre nutrición, actividad física, obesidad y salud (NAOS)(OMS, 2004).

En España, para cumplir con esta estrategia, el Ministerio de Sanidad y Consumo (MSC) dicta las directrices para la elaboración del Plan Integral de Obesidad, Nutrición y Actividad Física en la Orden SCO/66/2004 del 22 de enero 2004. Un año más tarde el MSC desarrolla la estrategia NAOS, en cuyo informe se definen los ámbitos en los que se va a desarrollar el trabajo. la Asociación Española de Pediatría, a través de su Comité de Nutrición, ha estimado necesario elaborar un documento que facilite a los pediatras, información, consejos básicos y material educativo para los pacientes. Este documento se publica en dos partes, la primera dedicada a la prevención y la segunda al diagnóstico y tratamiento del sobrepeso y la obesidad.

#### *Detección precoz de la población de riesgo*

El pediatra de atención primaria debe detectar la población de riesgo, sobre la que deberá incidir de manera especial promoviendo la adquisición de hábitos alimentarios saludables y de actividad física (Reilly y cols, 2005; Speiser y cols, 2005).

#### *Diagnóstico y clasificación*

En función del porcentaje graso corporal, podríamos definir como sujetos obesos aquellos que presentan porcentajes de grasa por encima de los valores considerados normales, que son del 12 al 20% en varones y del 20 al 30% en mujeres adultas (Bray y cols, 1998). Aunque el Índice de Masa Corporal (IMC) no es el indicador idóneo de adiposidad en individuos musculados como deportistas y en ancianos, es el índice utilizado por la mayoría de estudios epidemiológicos y el recomendado por diferentes sociedades médicas y organizaciones de salud internacionales para el uso clínico, dada su reproductibilidad, facilidad de utilización y capacidad de reflejar la adiposidad en la mayoría de la población. En las edades infantil y juvenil los criterios de diagnósticos se complican y, aunque existen diversos métodos (pliegues cutáneos, bioimpedancia eléctrica, absorción dual de rayos X y resonancia magnética) (Valtueña y cols, 1996), el más utilizado clínica y epidemiológicamente es el que relaciona edad, sexo, peso, talla e IMC (Serra y cols, 2003). Tradicionalmente, aun a pesar de la falta de acuerdo al respecto (Cole y cols., 2000), se han utilizado para el cálculo del exceso de peso en poblaciones

infantiles y juveniles, los puntos de corte correspondientes a los percentiles 85 para sobrepeso y 97 para obesidad por edad (anual) y sexo de IMC según los valores publicados por Hernández et al. (1988), citado por Serra et al. (2003), permitiendo establecer comparaciones con estudios internacionales.

Se acepta como punto de corte para definir la obesidad valores para el  $IMC \geq 30 \text{ kg/m}^2$ , aunque también se han definido valores superiores al percentil 85 de la distribución de la población de referencia. La SEEDO, en el documento publicado en 1996, introdujo algunas modificaciones a la clasificación propuesta por la OMS en 1998, donde se rebajó el límite inferior del peso normal a 18,5, se subdividió la gama de sobrepeso en dos categorías y se introdujo un grado adicional de obesidad para aquellos pacientes con  $IMC \geq 50 \text{ kg/m}^2$  que son tributarios de indicaciones especiales en la elección del procedimiento de cirugía bariátrica (Tabla 1).

**Tabla 1. Criterios SEEDO para definir la obesidad en grados según el IMC en adultos (1996).**

<b>Categoría</b>	<b>Valores límite del IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>
Peso insuficiente	< 18,5
Normopeso	18,5-24,9
Sobrepeso grado I	25,0-26,9
Sobrepeso grado II (preobesidad)	27,0-29,9
Obesidad de tipo I	30,0-34,9
Obesidad de tipo II	35,0-39,9
Obesidad de tipo III (mórbida)	40,0-49,9
Obesidad de tipo IV (extrema)	$\geq 50$

### *Epidemiología de la obesidad en España*

En los últimos 20 años ha aumentado el número de niños obesos (Baskin et cols., 2005; Department of Health and Human Services Centers for Disease Control and Prevention, 2005). En España, en el período comprendido entre 1984 (Estudio Paidos) y 2000 (Estudio enKid), la prevalencia de obesidad en niños escolares aumentó del 5 al 15 % y la de sobrepeso entre los 2-17 años fue del 24,7 %, según la última Encuesta Nacional de Salud (INE 2005), observándose diferencias significativas entre comunidades autónomas (Aranceta et cols., 2005). Durante el período 1979-2001, el estudio GALINUT demostró un incremento significativo de la media del índice de masa corporal (IMC), que alcanzó en los niños 2,2 kg/m<sup>2</sup> (12,4 %) y en las niñas 1,7 kg/m<sup>2</sup> (9,4 %). Para la media  $\pm 2$  DE, este incremento se duplicó, alcanzando en los niños 4,2 kg/m<sup>2</sup> (18,7 %) y en las niñas 3,9 kg/m<sup>2</sup> (16,9 %).

Para definir el sobrepeso y la obesidad en población infantil y juvenil se han considerado los valores específicos por edad y sexo del percentil 85 y 97 del IMC, respectivamente, de las tablas de Orbegozo confeccionadas por Hernández et cols. en 1988. En la Tabla 2 se describe la prevalencia de obesidad en España por grupos de edad y sexo en la población infantil y juvenil española (2-24 años), de acuerdo a los resultados del estudio enKid, el cual, pone de manifiesto que la obesidad en la población española en edad infantil y juvenil está adquiriendo dimensiones que merecen una atención especial (Serra et cols., 2003), la prevalencia de obesidad se estima en un 13,9% y el sobrepeso en un 12,4%. En conjunto, sobrepeso y obesidad suponen el 26,3%. La obesidad sobrepasa de forma significativa más en varones (15,6%) que en mujeres (12,0%). En el grupo de varones, las tasas más elevadas se observaron entre los 6 y los 13 años. En las chicas, las tasas más elevadas se observaron entre los 6 y los 9 años.

**Tabla 2. Prevalencia de obesidad en la población española por grupos de edad y sexo en población infantil y juvenil.**

Edad (años)	Sobrepeso $\geq$ p85 - < p97	Obesidad $\geq$ p97	Sobrepeso y obesidad $\geq$ p85
2-5	9,9	11,1	21,0
6-9	14,5	15,9	30,4
10-13	14,6	16,6	31,2
14-17	9,3	12,5	21,8
18-24	13,2	13,7	26,9
Total	12,4	13,9	26,3
<b>Chicos</b>			
2-5	9,3	10,8	20,1
6-9	16,0	21,7	37,7
10-13	20,0	21,9	41,9
14-17	10,4	15,8	26,2
18-24	14,9	12,6	27,5
Total	14,3	15,6	29,9
<b>Chicas</b>			
2-5	10,4	11,5	21,9
6-9	13,1	9,8	22,9
10-13	9,1	10,9	20,0
14-17	8,0	9,1	17,1
18-24	11,3	14,9	26,2
Total	10,5	12,0	22,5

\* Serra-Majem L et al. 2003.

### *Riesgo que confiere la obesidad*

La obesidad, y especialmente la visceral, confiere un aumento del riesgo de morbimortalidad, no solamente de origen cardiovascular sino también de otras causas, como es el caso del cáncer o la diabetes y sus complicaciones. La mayoría de estudios epidemiológicos poblacionales observan que la mortalidad empieza a aumentar cuando el Índice de Masa Corporal supera los 25 kg/m<sup>2</sup>. (Troyano y cols, 1996). La evaluación del riesgo de morbimortalidad que comporta el exceso de peso debe realizarse siempre en el contexto global de la historia clínica del paciente. Este cálculo del riesgo condicionará la estrategia antiobesidad que se debe seguir. El riesgo va a depender especialmente del exceso de peso, la distribución de la grasa corporal, la presencia de factores de riesgo cardiovascular y otras comorbilidades.

### *Actividad físico-deportiva durante la infancia: formas y recomendaciones de vida activa.*

En la prevención de la obesidad, el objetivo es conseguir una actividad físico-deportiva que condicione una termogénesis que permita mantener un peso adecuado (Abbot y cols, 2004). Su repercusión en el gasto energético total diario permite diferenciar dos tipos de actividad física:

1. *Actividad física espontánea (AFE)*. Ocupa la mayor parte del gasto por actividad física. Para un individuo, su AFE es la suma de sus actividades normales tales como juego, paseo, asistencia a clase, tiempo de ordenador y de televisión, todo ello influenciado por el estilo de vida.

2. *Ejercicio físico*. Se denomina así a la actividad física intensa, planeada, estructurada y repetitiva para obtener una buena forma corporal, lo que proporciona un gasto energético extra. En la actualidad continúa el debate para determinar la actividad (intensidad, duración y frecuencia) necesaria para mantener el peso, aunque la mayoría de los autores señalan 25-30 min. diarios de actividad moderada (aeróbica), durante 6-7 días a la semana.

La termogénesis por actividad física que realmente tiene mayor peso en el gasto energético total sería la AFE (Westerterp y cols, 2004) porque además de suponer un mayor gasto energético, eleva el gasto

basal durante todo el día. Lo más importante es educar en una vida activa en la que se practiquen habitualmente una serie de movimientos cotidianos como andar, pasear, subir escaleras, participar en tareas del hogar, disminuir el uso del transporte público y el ascensor. Los niños deben acostumbrarse a incorporar el ejercicio a las actividades de ocio, a programar actividades para el fin de semana, y evitar el sedentarismo.

Es necesario controlar el mal uso o abuso de las TIC (Tecnologías de la Información y Comunicación), desaconsejando la existencia de estos aparatos en la habitación y reduciendo el número de ellos en el hogar. Los hábitos que se adquieren durante la infancia tienden a mantenerse durante el resto de la vida, por eso es importante crear hábitos de estilos de vida activa bajo parámetros saludables desde la infancia.

Se debe comenzar por una buena alimentación desde que son bebés e inculcarles el amor por la actividad física desde los 2 años como un simple juego, para más tarde desarrollarlo como una disciplina.

Es importante que el niño disfrute con lo que hace, respetar sus gustos y sus condiciones físicas. Los niños y los adolescentes necesitan al menos 60 minutos de actividad física de moderada a intensa la mayoría de los días para el mantenimiento de una buena salud, un buen estado físico y para tener un peso saludable durante el crecimiento. Incluso 30 minutos diarios de intensidad baja o moderada (subir escaleras) pueden ser beneficiosos, no importa que el ejercicio sea poco si se realiza a menudo, ya que este hecho reflejaría los modelos naturales de actividad física de los niños donde se incluiría ir andando o en bicicleta al colegio, juegos durante los recreos escolares o actividades programadas como la educación física y los deportes.

Hay que estimular a los padres a limitar el tiempo de “pantalla” (televisión, videojuegos, ordenadores...) a menos de 2 horas diarias y sustituir las actividades sedentarias con otras que requieran más movimiento. Los padres deben tratar de ser modelos de estilos de vida activos y estimular a los niños a aumentar la actividad física. Está claro que existe un interés acerca de la condición física de niños y adolescentes ya que va a permitir desarrollar y mantener la capacidad funcional que se requiere para satisfacer las demandas durante la vida y promover una vida sana.

#### *Relación entre actividad física y condición física en niños y adolescentes.*

En adultos, la actividad física se asocia a un menor riesgo de obesidad, enfermedades cardiovasculares, hipertensión, diabetes, cáncer y mortalidad prematura. Hay suficiente evidencia de que los orígenes de la enfermedad cardiovascular se encuentran en la infancia y la adolescencia. Las cifras relativas de lípidos y lipoproteínas, presión arterial y adiposidad de los jóvenes tienden a persistir a lo largo de la vida (*tracking*) (Ortega y grupo AVENA, 2005). También hay pruebas de que los patrones de conducta en cuanto a actividad física en la infancia permanecen en la vida adulta (Yuste, 2005).

En los niños, con base en el análisis de algunos estudios transversales como es el estudio AVENA, se ha llegado a afirmar que no es suficiente con aumentar la actividad física, puesto que el riesgo cardiovascular futuro está más condicionado por la condición física que se alcanza que por la cantidad de actividad física que se realiza; algunos argumentos cuestionan esta afirmación. Ya que, se ha de considerar que la relación entre actividad física y condición física, y entre ésta y diversos factores de riesgo cardiovascular, no se puede analizar sin tener en cuenta el papel de diversos factores de confusión, entre los que cabe destacar la adiposidad y los determinantes genéticos.

## **Efecto del ejercicio físico sobre la composición corporal del niño y del adolescente.**

En primer lugar, para poder adentrarnos en la esencia del efecto del ejercicio físico se deben definir los términos que sustentan éstos sobre la composición corporal del niño y del adolescente.

El término de “actividad física” es muy amplio, y se define como todo movimiento producido por los músculos y que conlleva un gasto energético. La práctica de ejercicio físico, es una forma de actividad física con unas características más concretas de intensidad y tipo de estímulo. Otro aspecto que configura este mapa complejo y que también se relaciona con la salud y por supuesto con la composición corporal, es el nivel de condición física (Rodríguez y cols, 2000).

En la vida diaria se pueden encontrar diversos tipos de actividad física: ocupacional, tareas domésticas y cotidianas, actividad laboral, acondicionamiento general, práctica esporádica de deportes, juegos infantiles, entre otros (Caspersen y cols, 1985). El ejercicio físico se define como la actividad física planificada o estructurada, implicando movimientos corporales repetitivos hechos para mejorar o mantener uno o varios de los componentes de la aptitud física (ej: aptitud aeróbica, fuerza muscular, resistencia muscular, flexibilidad y/o composición corporal) (Pate y cols, 2006).

Se puede considerar el entrenamiento físico como una serie de actividades físicas realizadas de una manera continua con el objeto de incrementar la eficiencia física, para lo cual ha de ser sistemático, regular y progresivo. El entrenamiento tiene condicionamientos fisiológicos subyacentes que hacen que el tiempo necesario para que se produzca una respuesta o adaptación sea variable según la naturaleza, intensidad, duración y frecuencia de los estímulos, y diferente en los distintos individuos. Igualmente, el periodo de tiempo durante el que puede mejorar la eficiencia funcional y el tipo de mejora, tiene una gran variabilidad individual; en definitiva está en relación con múltiples factores, como las condiciones constitucionales o cualidades innatas, la edad, el grado o nivel de entrenamiento y de acondicionamiento físico, entre otros (Villa y cols, 1996).

La condición física, forma física, aptitud física o “Physical fitness” consiste en una serie de atributos que las personas tienen o adquieren, y que se relacionan con la capacidad para realizar actividad física que requiere aptitud aeróbica, resistencia, fuerza y flexibilidad, la condición física relacionada con la salud incluye además la capacidad cardiorrespiratoria y la composición corporal (especialmente la adiposidad), y en niños, también la velocidad y la agilidad.

Una vez realizada la revisión terminológica, es necesario destacar la multitud de métodos que existen para valorar la composición corporal, como son los denominados de alta precisión, cuya tecnología nos permite conocer el efecto del ejercicio físico sobre los tres principales componentes de la composición corporal: masa grasa, magra y ósea.

La antropometría es un método de medida corporal, rápido y económico, no invasivo y no necesita grandes instalaciones ya que están al alcance de cualquier explorador (Fleta, Mur, Moreno y Bueno, 1998), comparado con otras técnicas, con el cual se obtiene información acerca de los cambios producidos en la masa total del organismo (talla y peso) y también de los depósitos grasos y magros del cuerpo (IMC, pliegues cutáneos y perímetros braquiales). Carmuega y Duran (2000) mencionan que los tres indicadores antropométricos más utilizados en la valoración del estado nutricional de niño y del adolescente son: el peso para la edad, la talla para la edad y el peso para la talla (índice de masa corporal o porcentaje de adecuación de peso para la talla).

Los objetivos de los test físicos para valorar la resistencia son: Course Navette, la universidad de Montreal, Cooper, los 5 minutos, George-Fisher y Balke: que valoran la potencia aeróbica máxima (VO<sub>2</sub>

máximo). Del kilómetro: valora la resistencia aeróbica-anaeróbica. Rockport: determina el  $VO_2$  máximo en sujetos de baja condición física. Diferentes distancias: valora la resistencia aeróbica. Cat-test: determina el índice de  $VO_2$  máximo (los umbrales aeróbico y anaeróbico, y la curva de recuperación de la frecuencia cardíaca). Concon: valora la potencia aeróbica (umbral anaeróbico). Escalón de Harvard y Escalón del Forest Service: mide la capacidad aeróbica máxima. Burpee: mide la resistencia anaeróbica. Índice de Ruffier y Ruffier-Dickson: mide la adaptación cardiovascular al esfuerzo (Litwin y Fernández, 1995).

Se sabe que los niños y adolescentes que practican actividad física deportiva extraescolar de manera constante y continua, tienen menos masa grasa corporal, y a su vez, acumulan menos grasa durante el crecimiento (Rodríguez y cols, 2000).

Se ha comprobado que el aumento de masa muscular se asocia a un aumento concomitante de la masa ósea, producido por un aumento de tensiones mecánicas que ejercen los músculos más fuertes y grandes. Por tanto, el ejercicio físico presenta un efecto ontogénico directo sobre el hueso durante el crecimiento, debido a las cargas mecánicas a las que se somete al hueso, todo ello, depende del tipo, intensidad y duración del estímulo, así como, de la modalidad deportiva practicada.

En definitiva, el ejercicio físico beneficia la composición corporal del niño y del adolescente, ya que disminuye la grasa corporal y aumenta la masa magra y ósea. Por tanto, podemos indicar la importancia de la práctica de actividad físico-deportiva, realizada bajo unos determinados parámetros de intensidad y frecuencia, como herramienta útil para la lucha contra la obesidad y otras enfermedades cardiovasculares, así como permitir un correcto desarrollo del esqueleto.

Por otro lado, la utilización de técnicas objetivas de medición para la valoración precisa y confiable de la actividad física en niños es necesaria en cualquier estudio en donde la actividad física sea la intervención experimental o una medida de los resultados. El proceso de medición en estas edades es todo un desafío, debido a que su actividad es característicamente esporádica e intermitente, consistente de períodos cortos y frecuentes.

Las medidas objetivas de la actividad física incluyen autoreporte, observación, sensores de movimiento, la frecuencia cardíaca por telemetría, la podometría y la acelerometría, y cada uno de estos métodos tiene sus fortalezas y limitaciones. La frecuencia cardíaca es una medición adecuada para períodos sostenidos de actividad moderada y vigorosa, no es adecuado para reflejar la actividad física a intensidades bajas o para reflejar rápidos cambios en la actividad física. La podometría es una medida válida de la actividad total pero no proveen ninguna información referente al patrón o intensidad de la actividad. La acelerometría es una medida válida tanto de la actividad total como también del patrón de intensidad de la actividad (Rowland, 2007).

Evidencia reciente sugiere que el Actiheart (Cambridge Neurotechnology, Papworth, UK) es una unidad que combina un acelerómetro y un monitor de frecuencia cardíaca, provee una predicción más precisa del gasto energético de los niños que el monitor de frecuencia cardíaca o el acelerómetro por si solo (Corder et al., 2005). Si bien el costo de esta unidad lo hace prohibitivo para estudios a gran escala, podría proveer una medida de criterio para la validación de otras medidas de campo. Ninguna medición está libre de limitaciones.

### *Entrenamiento aeróbico en los niños.*

En los niños, la actividad física y la capacidad física están afectadas por muchos factores, como son el entrenamiento y el crecimiento, que son similares u opuestos (Falk y Tenebaum, 1996). Los efectos del

entrenamiento sobre el rendimiento despierta gran interés para los atletas, entrenadores y para los padres, pero en concreto, los efectos fisiológicos del entrenamiento son los que tienen gran importancia práctica para los atletas y entrenadores.

Con el crecimiento se producen cambios en el sistema cardiovascular, que pueden afectar a la frecuencia cardíaca en reposo y en ejercicio, así como al tamaño del corazón, al volumen sanguíneo y a la concentración de hemoglobina, los cuales condicionan la respuesta fisiológica del cuerpo en el ejercicio intenso. Este tipo de práctica físico-deportiva realizada bajo elevados niveles de intensidad, produce una disminución de la frecuencia cardíaca submáxima y un incremento del volumen sistólico durante el ejercicio físico. Para la comunidad científica, estos cambios tienen especial interés por estar asociados a una disminución en la diferencia arterio-venosa de oxígeno, provocando un incremento del gasto cardíaco a la hora de realizar actividad física. Los cambios en la frecuencia cardíaca en reposo, submáxima y máxima, que ocurre en el ejercicio durante el crecimiento, es determinante, para que el entrenador, científico o clínico prescriba al atleta el ejercicio más apropiado.

El consumo máximo de oxígeno ( $VO_2$  máx.) se incrementa con el crecimiento, existiendo una controversia en niños y niñas usando el enfoque de corrección para la masa corporal. Por otra parte, en niños, el  $VO_2$  máx. se mantiene desde la niñez a la adultez. Sin embargo, en las mujeres, se produce una disminución en el  $VO_2$  máx. normalizado cuando se relaciona el tamaño corporal con el crecimiento.

La mayor parte de los estudios (Falk y Tenebaum, 1996) sobre los efectos del entrenamiento en los niños se han centrado en el  $VO_2$  máx. Sin tener en cuenta las razones del efecto de entrenamiento atenuado sobre el  $VO_2$  máx. de los niños, su rendimiento se incrementa considerablemente. Esta mejora podría deberse a mejoras en la economía del ejercicio, las tácticas de rendimiento o incluso a un incremento en la capacidad anaeróbica, la cual es siempre una parte integral del rendimiento aeróbico.

En resumen, el entrenamiento aeróbico en los niños puede ser muy efectivo para el incremento del rendimiento y la recuperación, aunque su efectividad para mejorar el  $VO_2$  máx. está disminuida en los niños.

*El entrenamiento físico mejora la potencia aeróbica máxima ( $VO_2$  máx.) en los niños: una revisión meta-analítica*

Este estudio, fue diseñado y planteado para examinar cuantitativamente los efectos del entrenamiento físico sobre la potencia aeróbica máxima ( $VO_2$  máx.) en niños, usando para ello, la técnica meta-análisis (Lemura, Von Dullivard, Carlonas, Andreacci, 2003).

La fuente final de la investigación fue limitada a 20 estudios con 32 tamaños de efecto (ES), totalizando 562 sujetos, los estudios que utilizaron un grupo control generaron un tamaño de efecto pre-post entrenamiento medio de  $1.1 \pm 0.1$ , comparado a un ES medio de  $0.33 \pm 0.2$  de aquellos estudios en que los sujetos sirvieron como sus propios controles ( $p < 0.0009$ ). Los estudios que fueron transversales (XS) reportaron típicamente un  $VO_2$  máx. más alto en el grupo entrenado ( $ES = 1.7 \pm 0.3$ ) comparado con los diseños pre-post evaluación ( $ES = 0.63 \pm 0.6$ ). Los análisis de las características de los sujetos indicaron que los niños en el rango de edad de 8 a 10 años ( $ES = 0.47 \pm 0.4$ ) fueron entrenables, sin embargo en una extensión mucho menor que los niños de 11 a 12 años ( $ES = 1.1 \pm 0.7$ ,  $p < 0.02$ ). El ES medio para niños y niñas fue de  $1.0 \pm 0.6$  y  $0.64 \pm 0.9$ , respectivamente.

Un análisis de las investigaciones que utilizaron estímulos de entrenamiento de intensidad suficiente, vs. estímulos de entrenamiento inadecuados, resultó en mejoras significativas en el VO<sub>2</sub> máx. después del entrenamiento (ES = 0.33 ± 0.2 vs. ES = 1.2 ± 0.5, p < 0.0004). Los niños mejoraron su VO<sub>2</sub> máx. en un promedio de 6.0 % (47.1 ± 4.3 versus 50.1 ± 4.6) después del entrenamiento. Los resultados de esta revisión cuantitativa indican que los niños son realmente entrenables, pero los cambios en el VO<sub>2</sub> máx. son modestos y es notablemente significativo el diseño experimental de la investigación, la edad de los niños, y la naturaleza del estímulo de entrenamiento.

### **Ejercicio físico y obesidad infantil.**

Se estima que numerosos estudios han mostrado la efectividad del uso de la actividad física en la intervención en los niños y las niñas con obesidad, en la disminución de factores de riesgo de enfermedades degenerativas, en el tratamiento de la diabetes mellitas y en la disminución de niveles de sedentarismo en los niños y jóvenes (Clarke et al. 1991; Whitaker, Wright, Pepe, Seidel and Dietz, 1997 y Pate et al. 1999), estos autores, avalan los beneficios que tiene el ejercicio físico sobre los distintos compartimentos del cuerpo del niño y del adolescente. Por tanto, la calidad y expectativa de vida son menores en las personas con obesidad (Rowland, 2000; Shephard, 2006).

La acumulación de masa grasa corporal depende del balance calórico diario (diferencia entre las calorías ingeridas y gastadas). Como la ingesta calórica de los niños ha permanecido más o menos estable (o en todo caso ha disminuido) en las últimas cuatro décadas, la principal razón por la que se ha producido un aumento de la obesidad es porque el gasto calórico ha disminuido, el cual, resulta de la suma del gasto debido al metabolismo basal, al efecto termodinámico de los alimentos (DIT, diet induced thermogenesis) y a la actividad física. El metabolismo basal de los niños por Kg. de masa corporal es superior al de los adultos, posiblemente debido al coste energético asociado a la síntesis de proteínas necesarias para el crecimiento. El DIT es posiblemente similar en niños y adultos, una vez ajustado el efecto de la masa magra, éste en los niños es independiente del grado de adiposidad. Tanto en niños como en adultos se ha demostrado que la composición de la dieta influye en el DIT. Las dietas isocalóricas con una mayor proporción de grasas requieren menos gasto energético para su digestión y asimilación que las dietas con una menor proporción de calorías grasas. Este efecto, parece más acusado en niños con ciertos polimorfismos genéticos. No obstante, el DIT es poco modificable o disminuye ligeramente con la práctica deportiva.

En las últimas décadas, tanto el nivel de actividad física como la condición física de la población infantil han disminuido, a la vez que ha aumentado el tiempo dedicado a actividades sedentarias (ordenadores videojuegos y televisión, principalmente). La práctica regular de actividad física se asocia a una mejor condición física, menor masa grasa y mayor masa ósea y densidad mineral ósea en los niños prepuberales y postpuberales, así como indicar que los niños con mayor masa grasa, obtienen peores resultados en los test de condición física. Aproximadamente entre un 20 y un 40% de la pérdida de rendimiento deportivo de los niños con mayor masa grasa corporal se puede atribuir al exceso de peso original, por la grasa corporal en si misma, mientras que el resto es explicable por la menor actividad física de los niños con mayor masa grasa corporal. Queda por establecer cuáles son los deportes más ventajosos de cara a prevenir el desarrollo de obesidad infantil y cuál es la dosis (volumen, intensidad, frecuencia) de actividad física más adecuada para cada edad (Martínez y Sánchez, 2008).

Otros aspectos que requieren especial atención son la identificación de los factores genéticos responsables de la variabilidad en la respuesta al ejercicio en las poblaciones humanas y el desarrollo de estrategias que permitan aumentar la adherencia de los niños a la práctica deportiva (Yuste, 2005).

Finalmente, se indica que la obesidad tiene un origen multifactorial, que la lucha eficaz contra ésta se debe basar en la adopción de múltiples medidas entre las que el aumento de la actividad física y la adopción de una dieta adecuada juegan un papel primordial.

#### *Aptitud cardiorrespiratoria y adiposidad en niños escolares de 8 años de edad con y sin sobrepeso.*

En el estudio realizado por (Rowland, 2007) para determinar la relación entre la aptitud cardiorrespiratoria y la adiposidad corporal en escolares con y sin sobrepeso, fue llevado a cabo con una muestra de 245 niños de segundo grado de primaria y con una media de edad 8,9 +/- 0,4 años (125 niños, 120 niñas), se recopilaron datos antropométricos (talla, peso, masa corporal, circunferencia de la cintura y cinco pliegues cutáneos) para el cálculo del porcentaje de grasa corporal. Los puntos de corte específico del IMC (índice de masa corporal), sexo y edad se usaron para definir sobrepeso y obesidad, se asignaron un grupo (sobrepeso y obesidad) otro sin sobrepeso. La aptitud física se valoró a través de un test de aptitud ida y vuelta de etapas múltiples.

Los alumnos se asignaron a grupos de aptitud aeróbica alto (dos quintales superiores) y baja (dos inferiores) en base a la distribución de edad y sexo. Así, en los resultados se aprecia que el IMC, la circunferencia de la cintura, el grosor de cinco pliegues y la grasa total fueron menores en los niños con sobrepeso y obesidad con altos niveles de aptitud aeróbica en comparación con jóvenes de la misma categoría de IMC con bajos niveles de aptitud aeróbica ( $p < 0,01$ ), también el efecto beneficioso del alto nivel de aptitud aeróbica se reflejó en los niños sin sobrepeso ( $p < 0,01$ ). Finalmente, la aptitud aeróbica correlacionaba moderadamente con la grasa corporal total en todo el grupo de sujetos ( $r = 0,48$ ,  $p < 0,01$ ). Las conclusiones nos revelan que los indicadores de la adiposidad local y total fueron menores en los niños con sobrepeso y obesidad con altos niveles de aptitud física aeróbica. Tener un buen nivel de aptitud física reduce los peligros de la obesidad en una población de escolares de 8 años de edad.

#### *Capacidad del nivel de aptitud física para identificar el riesgo metabólico de niños y adolescentes.*

El estudio realizado por Reed y cols (2008), trata de indicar el punto de corte óptimo para la aptitud aeróbica baja y evaluar su capacidad para predecir el agrupamiento de factores de riesgo para los desordenes cardio-metabólicos en niños y adolescente. Las complicaciones para la salud a largo plazo en niños y adolescente con sobrepeso, incluyen un incremento de las enfermedades metabólicas y cardiovasculares (CVD o cardiovascular diseases o síndrome metabólico) y de la mortalidad. Los estudios han demostrado que el nivel de aptitud física esta inversamente asociado con el riesgo metabólico, independientemente de la obesidad. De este modo, los bajos niveles de actividad física y aptitud cardiorrespiratoria son los principales determinantes de los desordenes metabólicos en los adultos y niños que se pueden modificar. Por tanto, la exactitud del test diagnóstico va a depender de los puntos de corte elegidos, y no solo del grado de acercamiento entre la variable de predicción y la predicha.

#### **Beneficios de la actividad física en edad infantil y adolescente.**

Existiendo gran número de trabajos de investigación sobre beneficios asociados a la realización de actividad física regular en población adulta, como indican Pedersen y Saltin (2006), no ocurre lo mismo en edad infantil y juvenil, donde las investigaciones al respecto, como indican Strong y cols. (2005), son escasas. Sin embargo, como indica Pate y cols. (2006), la actividad física sobre la salud en niños y adolescentes, conlleva los siguientes beneficios: Efectos sobre: el peso, el aparato locomotor, el aparato cardiovascular, el metabolismo, efectos psicológicos positivos y otros efectos: mejora de la función respiratoria, especialmente en obesos, y reducción del riesgo de determinados tipos de cáncer (Pate y cols., 2006).

## **El área de educación física contribuye al desarrollo de los elementos del currículo.**

De los elementos curriculares para el Tercer Ciclo prescritos en el Decreto 286/2007 de 7 de septiembre, por el que se establece el currículo de la educación primaria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia, observamos como el área de Educación física contribuye esencialmente al desarrollo de la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico, mediante la percepción e interacción apropiada del propio cuerpo, en movimiento o en reposo, en un espacio determinado mejorando sus posibilidades motrices. Por otra parte, mediante el conocimiento, la práctica y la valoración de la actividad física como elemento indispensable, también contribuye a preservar la salud.

Esta área es clave para que los alumnos adquieran hábitos saludables y de mejora y mantenimiento de la condición física que les acompañen durante la escolaridad y lo que es más importante, a lo largo de la vida. Del mismo modo, que nos marca como contenidos a desarrollar la mejora de la condición física orientada a la salud, así como, la valoración de la actividad física para el mantenimiento y la mejora de la salud y como alternativa a los hábitos nocivos para la salud. A través de los criterios de evaluación, debemos valorar que el alumno, muestre conductas activas para incrementar globalmente la condición física, ajustando su actuación al conocimiento de las propias posibilidades y limitaciones corporales y de movimiento, además de identificar algunas de las relaciones que se establecen entre la práctica correcta y habitual del ejercicio físico y la mejora de la salud y actuar de acuerdo con ellas.

## **HIPÓTESIS.**

Las hipótesis de la presente investigación, son las siguientes:

- El alumnado de sexto de primaria del colegio Público de Educación Infantil y Primaria, Nuestra Señora del Rosario, ubicado en Torre Pacheco, presenta un IMC más elevado que el valor medio a nivel nacional, siendo las niñas quienes desprenden un mayor IMC respecto a los niños.
- Los niveles de condición cardiorrespiratoria de los alumnos de sexto de primaria del citado colegio, presentan unos niveles mediocres según el test de Ruffier, siendo los niños, respecto a las niñas, quienes desprenden mejores resultados.
- Los alumnos con un IMC más elevado, siempre van asociados a unos niveles bajos de condición cardiorrespiratoria. Por tanto, la relación de estas dos variables, es elevada.

## **MATERIAL Y MÉTODO.**

### **Muestra.**

Para llevar a cabo esta investigación, la Directora del Centro Educativo, Colegio Público de Educación Infantil y Primaria Nuestra Señora del Rosario de Torre Pacheco, dio su aprobación para llevar a cabo el presente trabajo. Así como, todos los padres de los alumnos que intervinieron en el estudio, dieron su autorización para que se llevara a cabo dicho trabajo de investigación y permitir la divulgación de los resultados obtenidos al colectivo científico mediante su publicación en revistas de investigación médico-deportivas, libros, capítulos de libros, congresos y demás medios de divulgación utilizados en el entorno científico. En dicho documento, se describe, de forma abreviada, el protocolo llevado a cabo para la obtención de los resultados.

Se han analizado diferentes variables (Índice de Masa Corporal, nivel de resistencia cardiorrespiratoria e implicación en una clase de Educación Física orientada a la mejora de la resistencia) en niños y niñas

de sexto de primaria del Colegio Público de Educación Infantil y Primaria, Nuestra Señora del Rosario de Torre Pacheco. Debido a que la toma de datos referidos a la implicación de los alumnos en la clase de Educación Física analizada, lo realizó la misma persona, el mismo día y a los dos cursos de sexto de primaria, dichos registros, fueron obtenidos en horas diferentes.

En la tabla 3, podemos ver detallado aspectos relacionados con la fecha, hora y duración del proceso en el registro de datos. Por otra parte, la muestra utilizada en la presente investigación, está compuesta por aquellos alumnos de sexto de primaria del mencionado colegio, llegando a computar un total de cincuenta y dos alumnos (26 pertenecientes al grupo A y 26 al grupo B) que conforman el universo de la presente investigación, lo cual, representa a la totalidad de alumnos de dicho curso.

**Tabla 3. Datos referentes a fecha, hora y duración, en la toma de datos de las diferentes variables de estudio.**

Variable	Día	Fecha de la toma de datos	Hora de inicio de la toma de la variable	Duración de la toma de datos	Grupo de sexto
IMC	Martes	5 de mayo de 2009	10:00	2 horas (es realizado con los dos grupos a la vez)	Grupo A Grupo B
Ruffier	Miércoles	6 de mayo de 2009	10:00	1 hora	Grupo A
			11:00	1 hora	Grupo B
Implicación de los alumnos en una clase de Educación Física (Frecuencia Cardíaca)	Miércoles	3 de junio de 2009	10:15 h.	45 minutos	Grupo B
	Miércoles	3 de junio de 2009	11:35 h.	45 minutos	Grupo A

Teniendo en cuenta la naturaleza de esta investigación, la parte correspondiente a la toma de registro de la implicación de los alumnos en la clase de Educación Física analizada mediante pulsómetros, tan sólo fueron analizados un número de alumnos igual a la cantidad de pulsómetros del que se disponía (diez alumnos analizados en cada curso de sexto, con un total de veinte alumnos seleccionados por el IMC). Por tanto, en esta variable, no se tuvo en cuenta a toda la población debido a la no disposición de suficiente material, lo ideal hubiera sido realizar el estudio con todos los miembros de la misma.

La recopilación de todos los objetos de nuestro universo, en nuestro caso los alumnos de sexto de primaria implicados de manera activa en las clases de Educación Física, resulta en ciertas ocasiones necesaria, sobre todo cuando el universo de estudio es pequeño (Heineman, 2003), como así ha sucedido en la presente investigación. Los alumnos sometidos a estudio, tenían una edad entre 11 y 12 años, cuya media fue de  $11,46 \pm 0,503$  años, donde, separados por grupos, los alumnos del grupo A, tenían una edad media de  $11,46 \pm 0,508$  y, los del grupo B, una edad media de idéntico resultado al grupo A. Respecto al sexo, los chicos computaron un total de treinta y uno con una media de edad de  $11,48 \pm 0,508$  y, las chicas, un total de veintiuna con una media de edad de  $11,43 \pm 0,507$ .

### Instrumentos.

- Hoja de registro. En dicho documento, el investigador ha reflejado las medidas antropométricas del universo.
- Hoja de registros. En dicho documento, el investigador ha reflejado los resultados obtenidos en la prueba de Ruffier.
- Hoja de registro donde se ha indicado a qué alumno se le ha colocado el pulsómetro para observar el nivel de implicación en las clases de Educación Física.
- Los instrumentos utilizados para la toma de datos fueron los siguientes:

- Para el registro del Índice de Masa Corporal (IMC), se ha utilizado una balanza TANITA BC-545 con precisión 0,1 kg. y con un rango de medida de 0 a 150 kg y un tallímetro Tanita.
- Para el registro del resultado del test de resistencia cardiorrespiratoria, hemos utilizado pulsómetros Polar RS-400.
- Para el registro de implicación por parte de los alumnos en la clase de Educación Física analizada, se han utilizado los pulsómetros Polar RS-400 con Interfaz USB para posterior descarga de datos obtenidos al PC.

## **Diseño.**

### *Tipo de diseño.*

El método de investigación utilizado para el presente trabajo, método empírico, se encuadra dentro de los métodos científicos. Sin embargo, como señalan Thomas y Nelson (2007), debido, entre otros aspectos, al hecho de tener que llevar a cabo una recogida de datos, tal y como sucede en nuestro estudio, y que dicho proceso dependa de la experiencia del investigador, el método empírico conlleva no poder eludir la posibilidad de cometer errores durante dicho proceso. Por ello, siguiendo a Thomas y Nelson (2007), situamos nuestro método dentro de los no científicos, aunque con grandes matices para ser considerado como método científico.

Debido a las características de la investigación, podemos afirmar que ésta presenta un diseño descriptivo y, dentro de los diferentes modelos existentes con dicha naturaleza, de tipo correlacional. Teniendo los estudios correlaciones como objetivo detectar relaciones entre las variables que conforman el estudio, el presente trabajo estudia la relación entre las variables: IMC y la resistencia cardiorrespiratoria (test de Ruffier) en los alumnos analizados de sexto curso.

### *Variables del diseño.*

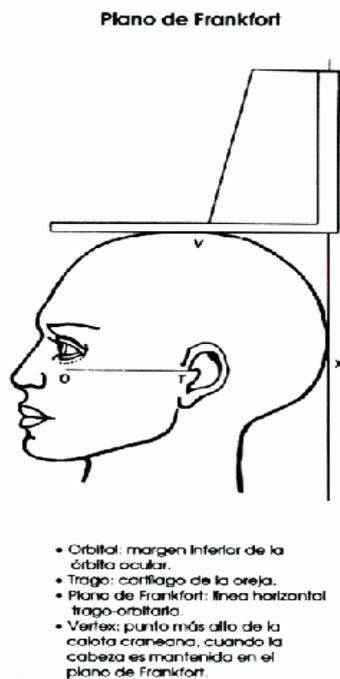
#### *a) Medición del peso corporal por la mañana.*

Como indican Summer y Whitacre (1931), el peso corporal puede presentar variaciones diurnas de aproximadamente 1 kg. en niños y 2 kg. en adultos, siendo los valores más estables los obtenidos durante la mañana, tras doce horas sin comer y después de evacuar. Sin embargo, como no siempre es posible estandarizar el tiempo de medición, es importante anotar la hora del día en que se tomó la medida (Norton y cols., 1996). Respecto al estudio que nos ocupa, el pesaje se ha realizado por la mañana después de que los niños hayan llevado a cabo el desayuno, anotando el resultado que aparece en la pantalla de la balanza en la hoja de registro. El protocolo seguido para la toma del peso corporal, se llevó a cabo en ropa interior, considerada vestimenta mínima por el protocolo elaborado por la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (International Society for the Advancement of Kinanthropometry) (Norton y cols., 1996).

A continuación, se colocó la balanza equilibrada, utilizando para ello un nivel situado sobre la misma. Una vez equilibrado, o nivelado, el instrumento, se cotejó que la balanza utilizada para dicha investigación era colocada a cero. A continuación, se indicó a los alumnos, uno a uno, que se colocaran en el centro de la balanza sin apoyo y con su peso distribuido equitativamente en ambos pies para proceder a la medición del peso corporal.

*b) Medición de la talla, estatura o altura, por la mañana.*

El método de la talla con tracción, requiere que el sujeto esté parado con los pies juntos y los talones, glúteos y la parte superior de la espalda en contacto con la escala. La cabeza, cuando está en el plano Frankfort, no necesita estar tocando la escala. El plano Frankfort se obtiene cuando el Orbitale (borde inferior de la cuenca del ojo) está en el mismo plano horizontal del Tragion (la protuberancia superior del tragus del oído). Cuando están alineados, el Vértex, es el punto más alto del cráneo (figura 1).



**Figura 1. Plano de Frankfort**

pulsómetros para que estos, dejaran de seguir tomando datos. Debido que dicho proceso se llevo a cabo con los dos únicos grupos del mismo nivel de Educación Física, el número de alumnos analizados, fueron veinte.

El evaluador coloca sus manos lo suficientemente separadas al margen de la mandíbula del sujeto para asegurar que la tracción hacia arriba se transfiera al proceso mastoideo. Se le indica al sujeto que tome y sostenga una inspiración profunda mientras se mantiene la cabeza en el plano Frankfort el evaluador aplica una tracción moderada en dirección hacia arriba en el proceso mastoideo. El anotador ubica la escuadra firmemente sobre el vértex, comprimiendo el cabello lo más posible. El anotador asiste, observando que los pies estén sobre el suelo y que la posición de la cabeza se mantenga en el plano Frankfort. La medida se toma al final de una inspiración profunda.

*c) Registro de la frecuencia cardiaca en la clase de Educación Física.*

Para el registro de la frecuencia cardiaca de los alumnos analizados en una clase de Educación Física, se les colocó el pulsómetro polar a tan sólo diez alumnos clasificados según IMC (los cinco mejores y cinco con peor índice de masa corporal). Dicho material, fue colocado antes de comenzar la mencionada clase y, una vez iniciada la misma, la profesora, e investigadora principal de este trabajo, activó los pulsómetros para que se iniciara el registro de datos. Una vez finalizada la clase analizada, la profesora, procedió a desactivar los

*d) Prueba Ruffier para obtención de la resistencia cardiorrespiratoria.*

Para medir la adaptación cardiovascular al esfuerzo, se aplico el test de índice de Ruffier-Dickson. A continuación, reflejo algunos detalles del proceso llevado a cabo en la realización de dicho test:

- El terreno utilizado fue plano, en una sala cubierta y en horario escolar.
- El examinado fue con ropa deportiva (camiseta de manga corta, pantalón corto y calzado deportivo). Para la toma de pulsaciones, se utilizó un cardiotacómetro (pulsómetro polar RS400) para mayor exactitud en el registro de las pulsaciones.
- Se utilizó un metrónomo para marcar la velocidad de ejecución a la que debe ir el alumno durante la realización del test.

Descripción de la prueba:

- Fase preliminar. A los alumnos se les mostró visualmente la realización de la prueba de la que ya eran conocedores por el periodo de familiarización al que fueron sometidos anteriormente. Para

ello, se escogió la prueba de Ruffier, ya que la de Dickson es más exigente (orientada a la valoración de atletas). Se les informó del registro de la frecuencia cardiaca antes de la prueba – al acabar la misma – 1’ después de finalizar dicho test, mediante el pulsómetro polar RS400, teniendo los alumnos que anotar en la hoja de registro que se les facilitó el resultado que indicará la pantalla del pulsómetros.

- Posición inicial. El alumno se colocó de pie, delante del observador.

Desarrollo de la prueba:

- El alumno se colocó delante del metrómetro. El observador hizo que dicho material iniciara su funcionamiento, siendo el investigador quien dirá al alumno cuando debe iniciar dicha prueba. A continuación, se inicia la prueba, teniendo que realizar 30 flexo–extensiones completas de rodillas en el tiempo de 30 a 45 segundos.
- Finalización. La prueba terminó cuando el alumno realizó las 30 flexo – extensiones.

Valoración de la prueba. La prueba se valoró de la siguiente manera:

- Antes de iniciar el primer registro, el alumno deberá permanecer relajado durante 5’ para evitar un registro erróneo de dicho parámetro fisiológico. A continuación, se procederá a anotar el resultado que aparece en pantalla.
- El alumno empezó a realizar los 30 flexos – extensiones en el tiempo indicado (30 – 45 segundos).
- Al acabar la prueba se le volvió a anotar el resultado del pulsómetro.
- Transcurrido 1’ , se procederá a anotar de nuevo el resultado del pulsómetro.

$$\text{INDICE DE RUFFIER} = \frac{P + P' + P'' - 200}{10}$$

donde P = Pulsaciones en reposo antes de comenzar el ejercicio.  
P’ = Pulsaciones al mismo acabar la prueba.  
P’’ = Pulsaciones un minuto después de acabar la prueba

- Interpretación (Tabla 1):

**Tabla 1. Interpretación de los resultados.**

0	Rendimiento cardiovascular (CV)	Excelente
1 a 5	Rendimiento CV	Bueno
6 a 10	Rendimiento CV	Mediocre, mejorable
11 a 15	Rendimiento CV	Pobre
Más de 15	Rendimiento CV	Malo

- Normas. En todo momento, el alumno realizó flexiones completas para que estas fuesen contabilizadas como buenas, donde tan sólo tuvo una oportunidad para realizar la prueba y, este, no empezó hasta que no se lo indicó el investigador.

*Sesgo de reactividad.*

Si los alumnos perciben que están siendo evaluados, sobre todo en el test de Ruffier y la implicación de los mismos en la clase de Educación Física, con los pulsómetros, este sesgo podía haber provocado

una mayor o menor respuesta de la frecuencia cardiaca posibilitado por un hipotético estado de nerviosismo al no estar habituados al uso de dicho material. Así, para controlar este aspecto, los alumnos fueron sometidos a un corto periodo de entrenamiento, durante dos clases de Educación Física, en el que se les colocó los pulsómetros para la familiarización a dicho material y evitar, de este modo, en la medida de lo posible, registro no reales de frecuencias cardiacas provocadas por no estar los alumnos habituados el uso de dicho material.

#### *Sesgo de expectancia.*

Un sesgo importante del investigador es la expectancia. Para evitar dicho sesgo, se estableció una metodología de entrenamiento para el único investigador que llevó a cabo la presente investigación. El cual, fue seguido por el investigador para minimizar en lo posible el error sistemático que ello pudiera provocar. Así, mediante este entrenamiento, se han conseguido resultados deseables para poder hablar de fiabilidad intra e interobservador.

#### *Estado psicofísico de los alumnos.*

La presente variable, no ha sido controlada por no disponer del material adecuado que posibilite el control de dicho aspecto.

#### **Entrenamiento del investigador.**

El investigador fue sometido a un proceso de entrenamiento en el uso y manejo de los diferentes materiales utilizados para dicha investigación. La duración de este entrenamiento fue de dos meses.

En una primera sesión (primer día), el investigador recibió una explicación teórica sobre el material que se utilizó en la investigación: Báscula, para realizar el pesaje del alumnado. Tallímetro, utilizado para la obtención de la estatura. Pulsómetro Polar RS-400 con Interfaz USB para posterior descarga de datos obtenidos al PC.

En el segundo paso, bajo el programa estadístico SPSS versión 15, y en la lengüeta vista de variables, se establecieron las características que componían las variables de nuestro estudio, recogiendo aquellos aspectos necesarios para la obtención de resultados de interés a la comunidad científica.

En una segunda sesión (segundo día), el investigador recibió formación práctica sobre el uso del material a utilizar en la presente investigación en base a la variable a analizar:

- Recibió formación práctica sobre cómo realizar mediciones para la obtención del IMC, bajo normativa ISAK, para el registro del peso y estatura del alumnado.
- Respecto al uso de los pusómetros e Interfaz USB, recibió la formación necesaria para el uso correcto de dicho material y la posterior descarga de la información en el PC.

Durante el siguiente mes, el investigador realizó registros repetidos de peso, estatura, uso de los pulsómetros y descarga de la información en el PC para su posterior interpretación. El 50% de dichas prácticas, para corregir posibles problemas de medición y registro de datos, se realizaron bajo la supervisión del investigador experto.

El segundo mes, el investigador realizó mediciones de pesaje y estatura, en dos ocasiones para no entorpecer el día a día del correcto desarrollo escolar de los alumnos sometidos a dicha investigación.

Respecto a la toma de datos con los pulsómetros, el investigador tomo información en dos clases de Educación Física, donde iba quitando y colocando el pulsómetro de un alumno a otro en la misma clase, por lo que tenía que estar registrando diversas tomas en función del alumno que poseía este material. De este modo, la familiarización con los pulsómetros, fue elevada.

Una vez finalizado el proceso de entrenamiento por parte del investigador, se procedió a realizar las pruebas de fiabilidad necesarias y que detallamos a continuación.

### **Pruebas de fiabilidad.**

Debido a la naturaleza de nuestro estudio, se han llevado a cabo diferentes tipos de mediciones (registro del peso corporal, estatura y respuesta cardiaca en una clase de Educación Física). Por ello, para determinar la fiabilidad intra e interobservador, se han realizado tantas pruebas de fiabilidad como variables a medir.

Para el estudio de la fiabilidad intra e interobservador respecto al registro del peso corporal y estatura, se llevó a cabo el pesaje de 20 sujetos (niños y niñas) pertenecientes al estudio que se llevó a cabo. El proceso llevado a cabo para establecer la fiabilidad intra e interobservador en la medición del peso corporal y estatura, fue el siguiente.

Para la fiabilidad interobservador: Se estableció un diseño a doble ciego, dos investigadores (experto e investigador, siendo el experto una persona acreditada nivel I por ISAK). La persona experta realizó 20 mediciones de pesaje y estatura seguidas, anotando cada una de ellas en su hoja de registro. Una vez realizado esto, dicho investigador experto, salía de la sala para realizar su entrada a la misma el investigador. Una vez dentro de ella, esta persona llevó a cabo las mediciones a los mismos veinte alumnos. Una vez finalizado dicho proceso, se estableció el tratamiento estadístico correspondiente para determinar dicho parámetro estadístico. Las anotaciones las realizaba un investigador independiente para evitar que los investigadores pudiesen ver la hoja de registro del otro investigador.

Para la fiabilidad intraobservador del registro del peso corporal y estatura, se ha llevado a cabo de la siguiente manera: Se estableció un diseño simple ciego (un investigador). Para evitar el recuerdo, por parte del investigador, de los resultados obtenidos en el proceso llevado a cabo para la fiabilidad interobservador, se dejó transcurrir una semana antes de iniciar el proceso para la obtención de la fiabilidad intraobservador. Una vez transcurrida dicha semana, el investigador inició el pesaje y estatura de las veinte personas con un descanso entre una y otra de un minuto. Acabado dicho registro, se procedió al tratamiento estadístico para establecer la confiabilidad.

Respecto a la toma de datos con el pulsómetro, el proceso llevado a cabo, fue la familiarización del material por parte del investigador que emprendió dicho trabajo de investigación. Así, tan sólo se procedió a seguir el protocolo establecido en el folleto de los pulsómetros. Como hemos indicado en el apartado referente al entrenamiento del investigador o explorador, este fue el único proceso llevado a cabo al respecto. Así, una vez que el investigador disponía de total control sobre dicho material, se consideró que este estaba preparado para utilizar los pulsómetros con el alumnado, sin llevar a cabo ningún tipo de tratamiento estadístico al respecto.

### **Tratamiento estadístico.**

Se ha aplicado un ANOVA de dos vías para la fiabilidad (coeficiente de correlación intraclase, ICC) y un ANOVA de medidas repetidas entre las mediciones de los investigadores para verificar el error sistemático.

Para la obtención de los resultados, se realizó un estudio de parámetros descriptivos a cada una de las variables con la obtención de la distribución de frecuencias, calculándose también los parámetros característicos: media, desviación típica, mínimo, máximo, entre otros.

Los datos obtenidos sobre el IMC, test de Ruffier y resultados de frecuencia cardiaca en las clases de Educación Física analizada con los pulsómetros, han sido tratados por estadística descriptiva. La comparación en los resultados del IMC y Ruffier entre niños y niñas, ha sido tratada por la T de Student para dos muestras independientes. Sin embargo, debido al pequeño tamaño de sujetos analizados en la clase de Educación Física, el tratamiento estadístico para la parte inferencial se ha llevado a cabo mediante el análisis no paramétrico, aplicando, dentro de las pruebas existentes para el análisis de dos muestras independientes, la prueba de U Mann-Whithney para discriminar las diferencias estadísticamente significativas a la hora de comparar la respuesta cardiaca entre los diez alumnos con un IMC más elevado frente a los diez con IMC más bajo.

Para establecer las correlaciones entre las variables de la investigación a abordar, se ha aplicado el coeficiente de correlación de Pearson. Por otra parte, para establecer la significación estadística, se ha utilizado un valor de  $p \leq 0,05$ , pudiendo no existir una relación directa entre dicho valor estadístico y los valores fisiológicos obtenidos (IMC, Ruffier y respuesta cardiaca de la clase de Educación Física analizada). La normalidad de las distribuciones se contrastó mediante el estadístico de Kolmogorov-Smirnov para una muestra.

## RESULTADOS.

### Descriptivos.

#### *Resultados del Índice de masa corporal (IMC) de la población de estudio.*

Como podemos observar en la tabla 4, y sin hacer distinción alguna entre niños y niñas, el 50% de la totalidad del alumnado se encuentra por encima de un IMC correspondiente al 20,96.

**Tabla 4. IMC de todos los alumnos.**

INDICE DE MASA CORPORAL		
N	Válidos	52
	Perdidos	0
Media		21,5442
Error típ. de la media		,61154
Mediana		20,9633
Moda		14,77 <sup>a</sup>
Desv. típ.		4,40989
Varianza		19,447
Rango		17,88
Mínimo		14,77
Máximo		32,65
Suma		1120,30
Percentiles	10	16,0996
	20	17,1697
	25	18,1646
	30	18,8939
	40	19,9554
	50	20,9633
	60	22,1204
	70	23,5752
	75	24,4900
	80	25,5689
	90	28,1319

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

**Tabla 5. IMC de los niños.**

INDICE DE MASA CORPORAL		
N	Válidos	31
	Perdidos	0
Media		21,0866
Error típ. de la media		,82597
Mediana		20,6292
Moda		15,03 <sup>a</sup>
Desv. típ.		4,59878
Varianza		21,149
Rango		17,52
Mínimo		15,03
Máximo		32,55
Suma		653,68
Percentiles	10	15,8144
	20	16,6031
	25	16,7605
	30	17,1697
	40	19,0443
	50	20,6292
	60	21,6337
	70	23,2882
	75	23,8054
	80	25,9714
	90	28,2038

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

En los datos recogidos en la tabla 6 referido al grupo de niñas, se indica que el 50% de las mismas se encuentra en un IMC con valor igual o menor a 21,86. Respecto a dichos resultados, y teniendo como referencia a Hernández y cols. (1988), este porcentaje se aproxima al percentil 75. Por otra parte, el 30% de las niñas se encuentran por encima del percentil 95 con un valor de 24,76, considerados con sobrepeso u obesos. Del mismo modo, que el 10% de las alumnas son obesas.

**Tabla 7. Prueba Ruffier total**

Resultados de la formula		
N	Válidos	52
	Perdidos	0
Media		16,9135
Error típ. de la media		,68778
Mediana		17,1000
Moda		10,10 <sup>a</sup>
Desv. típ.		4,95968
Varianza		24,598
Rango		21,30
Mínimo		6,30
Máximo		27,60
Suma		879,50
Percentiles	10	10,1000
	20	12,8000
	25	13,8500
	30	14,1000
	40	15,2200
	50	17,1000
	60	18,4600
	70	19,5100
	75	20,0500
	80	21,3200
	90	23,5400

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

Según los datos obtenidos en la tabla 5, y haciendo referencia tan sólo a los chicos, indicaremos que la mitad de los mismos se encuentran en un IMC con valor igual o menor a 20,62. Respecto a dichos resultados, y teniendo como referencia a Hernández y cols. (1988), este porcentaje se aproxima al percentil 75. Por otra parte, el 30% de los chicos, se encuentran por encima del percentil 85, considerados con sobrepeso u obesos. Así, el 20% de los alumnos, son obesos.

**Tabla 6. IMC de las niñas.**

INDICE DE MASA CORPORAL		
N	Válidos	21
	Perdidos	0
Media		22,2197
Error típ. de la media		,90140
Mediana		21,8657
Moda		14,77 <sup>a</sup>
Desv. típ.		4,13075
Varianza		17,063
Rango		17,88
Mínimo		14,77
Máximo		32,65
Suma		466,61
Percentiles	10	18,1484
	20	18,7343
	25	19,1394
	30	19,5775
	40	20,2881
	50	21,8657
	60	22,7600
	70	24,2885
	75	24,7683
	80	25,2214
	90	28,7899

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

### Resultados de la Prueba de Ruffier- Dickson

Según la escala de valoración que establece el coeficiente de resistencia del test de Ruffier (Litwin y Fernández, 1995), de los resultados obtenidos por la globalidad de la población a estudiar, en la tabla 7, se aprecia como de la totalidad del alumnado, tan solo el 10% obtienen resultados considerados como nivel mediocre  $\leq 10,10$ , el 60% del alumnado, obtiene un valor de 15,22, estando por debajo del nivel malo, el 30% está en el nivel pobre (valor 14,10).

En la tabla 8, se puede observar que, el colectivo de niños, con un valor de 8,66 está por encima de un nivel mediocre, según la escala de valoración que establece el coeficiente de resistencia del test de Ruffier (Litwin y Fernández, 1995). Los datos muestran que el 20% de los niños está en un nivel mediocre con un valor de 10,68. Del mismo modo, la

mitad de la muestra está en un nivel pobre, con un valor de 14,50 y el 40% está por debajo de un nivel malo con un valor  $\geq 16,92$ .

**Tabla 8. Resultados de los niños**

Resultados de la formula		
N	Válidos	31
	Perdidos	0
Media		15,0452
Error típ. de la media		,76176
Mediana		14,5000
Moda		10,10 <sup>a</sup>
Desv. típ.		4,24129
Varianza		17,989
Rango		17,50
Mínimo		6,30
Máximo		23,80
Suma		466,40
Percentiles	10	8,6600
	20	10,6800
	25	12,5000
	30	13,3000
	40	14,0800
	50	14,5000
	60	16,9200
	70	17,4600
	75	18,5000
	80	19,2600
90	19,9800	

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

**Tabla 9. Resultados de las niñas.**

Resultados de la formula		
N	Válidos	21
	Perdidos	0
Media		19,6714
Error típ. de la media		1,03155
Mediana		19,9000
Moda		9,50 <sup>a</sup>
Desv. típ.		4,72717
Varianza		22,346
Rango		18,10
Mínimo		9,50
Máximo		27,60
Suma		413,10
Percentiles	10	11,9400
	20	15,2400
	25	16,0500
	30	17,6400
	40	18,6200
	50	19,9000
	60	21,5600
	70	22,9000
	75	23,3000
	80	23,5200
90	25,6800	

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

Como bien se puede observar que en la tabla 9, el 10% del colectivo de niñas, con un valor  $\leq 11,94$ , se encuentra en un nivel pobre-malo. Por otra parte, el 80% de las niñas, con un valor de  $\geq 15,24$ , se sitúan en el nivel malo de la escala de valoración.

Observando las tablas 8 y 9, esto nos indica que los niños muestran mejores resultados que las niñas, a pesar de ello el grupo de alumnos en general se encuentran en un nivel malo de resistencia.

### **Resultados de la respuesta cardíaca de los alumnos en la clase.**

De los resultados obtenidos por la globalidad de la muestra a estudiar, en la tabla 10 se aprecia que, entre el cuartil 25 y 50, tienen una frecuencia cardíaca media de 141,25 y 149 latidos/min. respectivamente, lo que nos indica que están por debajo de un nivel mínimo, y que en el cuartil 75 tienen una media de 158 latidos/min., situándose por encima de este nivel, según la escala de frecuencias cardíacas de esfuerzo con efecto de entrenamiento (Blodorn y Schmidt, 1977).

**Tabla 10. Respuesta cardiaca de todos los alumnos en clase de Educación Física.**

**Estadísticos**

Clase de Educación Física		
N	Válidos	20
	Perdidos	0
Media		149,4000
Error típ. de la media		2,57764
Mediana		149,0000
Moda		150,00
Desv. típ.		11,52754
Varianza		132,884
Rango		48,00
Mínimo		129,00
Máximo		177,00
Suma		2988,00
Percentiles	25	141,2500
	50	149,0000
	75	158,0000

En la tabla 11 se puede observar, que los datos registrados en la respuesta cardiaca de los alumnos con mejor IMC, según su frecuencia cardiaca media en los cuartiles 25, 50 y 75 son 140,25, 150 y 162,75 latidos/min. respectivamente. Esto nos indica que el 25% esta por debajo del mínimo y que el 75% esta por encima de este, aunque no alcanza el nivel óptimo, según la escala de frecuencias cardiacas de esfuerzo con efecto de entrenamiento, siendo 150 latidos/min. mínimo y 170 latidos/min. óptimo (Blodorn y Schmidt, 1977).

**Tabla 11. Respuesta cardiaca de los alumnos con mejor IMC**

**Estadísticos**

Clase de Educación Física		
N	Válidos	10
	Perdidos	0
Media		150,9000
Error típ. de la media		4,52757
Mediana		150,0000
Moda		150,00
Desv. típ.		14,31743
Varianza		204,989
Rango		48,00
Mínimo		129,00
Máximo		177,00
Suma		1509,00
Percentiles	25	140,2500
	50	150,0000
	75	162,7500

**Tabla 12. Respuesta cardiaca de los alumnos con peor IMC.**

<b>Estadísticos</b>		
Clase de Educación Física		
N	Válidos	10
	Perdidos	0
Media		147,9000
Error típ. de la media		2,65602
Mediana		148,0000
Moda		148,00 <sup>a</sup>
Desv. típ.		8,39907
Varianza		70,544
Rango		28,00
Mínimo		131,00
Máximo		159,00
Suma		1479,00
Percentiles	25	142,5000
	50	148,0000
	75	154,5000

a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.

Se puede observar que en la tabla 12, que los datos registrados de la frecuencia cardiaca media de los alumnos con peor IMC, según los cuartiles 25, 50 y 75 son 142,5, 148 y 154,5 latidos/min. respectivamente. Esto nos indica que el 50% esta por debajo del mínimo y que el 25% esta por encima de este, aunque no alcanza el nivel óptimo, según la escala de frecuencias cardiacas de esfuerzo con efecto de entrenamiento, siendo 150 latidos/min. mínimo y 170 latidos/min. óptimo (Blodorn y Schmidt, 1977).

Al observar las tablas 10, 11 y 12, esto nos indica que el conjunto del alumnado muestra una respuesta cardiaca mínima en clase de Educación Física.

### Inferenciales.

En función de los resultados obtenidos en la tabla 13 respecto al IMC niños y niñas, y asumiendo una igualdad de las medias, apreciamos que no existe una diferencia significativa entre ambos colectivos ( $p = 0,368$ ).

**Tabla 13. Prueba de T de Student para IMC, niños y niñas**

Prueba de muestras independientes										
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
				t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
		F	Sig.						Inferior	Superior
INDICE DE MASA CORPORAL	Se han asumido varianzas iguales	,612	,438	-,908	50	,368	-1,13314	1,24850	-3,64083	1,37456
	No se han asumido varianzas iguales			-,927	46,044	,359	-1,13314	1,22260	-3,59404	1,32776

En función de los datos obtenidos en la tabla 14 respecto al resultado del test de Ruffier, entre niños y niñas, y asumiendo una no igualdad de las medias, apreciamos que existe una diferencia significativa entre ambos colectivos ( $p = 0,001$ ) a favor de los niños.

**Tabla 14. Prueba de T de Student para test de Ruffier, niños y niñas**

		Prueba de muestras independientes								
		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Resultados de la formula	Se han asumido varianzas iguales	,178	,675	-3,685	50	,001	-4,62627	1,25543	-7,14787	-2,10466
	No se han asumido varianzas iguales			-3,608	39,858	,001	-4,62627	1,28233	-7,21825	-2,03429

En la tabla 15, utilizamos la prueba de U Mann-Whitney para determinar si existen diferencias significativas en la respuesta cardiaca en una clase de Educación Física entre los niños que han presentado los mejores IMC respecto a aquellos con peor IMC. Así, como bien podemos observar en dicha tabla, no podemos rechazar la hipótesis nula ( $p=0,677$ ). Por tanto, indicamos la no diferencia estadística respecto a la respuesta cardiaca en la clase analizada.

**Tabla 15. Prueba de U Mann-Whitney en función de la respuesta cardiaca en una clase de Educación Física**

Estadísticos de contraste <sup>b</sup>	
	Clase de Educación Física
U de Mann-Whitney	44,500
W de Wilcoxon	99,500
Z	-,417
Sig. asintót. (bilateral)	,677
Sig. exacta [2*(Sig. unilateral)]	,684 <sup>a</sup>

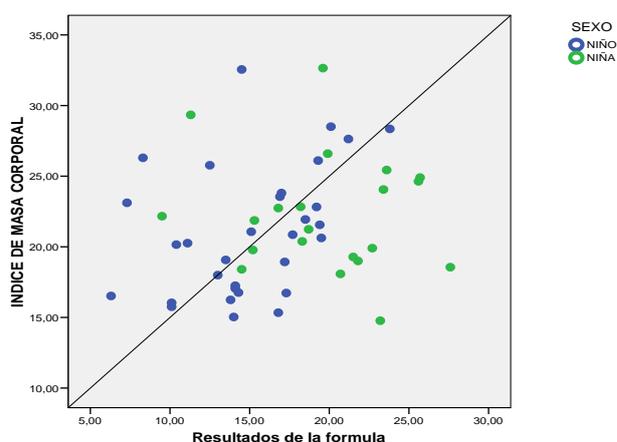
a. No corregidos para los empates.

b. Variable de agrupación: Nivel alto y bajo

### Correlaciones.

A simple vista, encontramos una relación positiva entre los resultados del test de Ruffier y el IMC (figura 2).

Por otra parte, el valor desprendido por el coeficiente de correlación de Pearson ( $r = 0,207$ ), nos indica la existencia de dicha relación (tabla 16), considerada como baja por el valor del mismo, siendo el 4,3% del resultado del test de Ruffier, explicado por la variable IMC con un valor de  $r^2=0,043$  (tabla 17).



**Tabla 16. Tabla resumen del coeficiente de Pearson: Ruffier e IMC.**

		Correlacio	
		INDICE MAS CORPOR	Resultado de la
INDICE DE CORPOR	Correlación de	1	,20
	Sig.		,14
	N	52	52
Resultados de la	Correlación de	,20	1
	Sig.	,14	
	N	52	52

**Tabla 17. Proporción de la varianza explicada de Ruffier e IMC.**

Resumen del modelo				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,207 <sup>a</sup>	,043	,024	4,90039

a. Variables predictoras: (Constante), INDICE DE MASA CORPORAL

## DISCUSIÓN.

### Índice de masa corporal (IMC) en el alumnado de sexto de primaria.

En nuestra investigación, para la determinación del sobrepeso y obesidad, tomamos como referencia el percentil 85 y 97 del IMC de las tablas de Orbegozo confeccionadas por Hernández y cols. (1988).

Según Marrodán y cols. (2006), en su estudio sobre actualización de criterios y validez clínica y poblacional, y de acuerdo con los patrones nacionales, considera que el sobrepeso y la obesidad afectan en mayor proporción a los varones que a las mujeres y a los sujetos más jóvenes, y respecto a las normas internacionales, se clasifican como obesos entre el 4,68% (de 13 a 20 años) y el 6% (de 6 a 12 años) de los varones y con sobrepeso entre el 18,83% (de 13 a 20 años) y el 21,6% (de 6 a 12 años); en la serie femenina, las cifras de obesidad oscilan entre el 2,81% (de 13 a 20 años) y el 5,9% (de 6 a 12 años), siendo el sobrepeso de 25,9 % para el intervalo de 6-12 años y del 14,55% en el de 13-20 años. En nuestro estudio, coincidimos en determinar que es mayor el colectivo de niños obesos respecto al de las niñas, donde el 30% de los niños y de las niñas se consideran con sobrepeso y obesidad, frente al 20% de niños con obesidad, está el 10% de las niñas. Por otra parte, nuestros resultados sobre cifras de sobrepeso y obesidad, están cercanas a las descritas por Serra-Majem et al. (2001) en el estudio enkid, donde este considera, para el conjunto del país, como factores de riesgo de obesidad el margen de edad de 6 a 13 años.

La OMS, basándose en la European Environment and Health Information System (2007), sitúa a España, en sobrepeso y obesidad, como el segundo país europeo de los 32 estudiados, tras Malta, en niños y niñas de 13 años, con un 25 y 12% respectivamente de prevalencia, y el cuarto, en niños y niñas de 15 años, con un 21 y 12% respectivamente de prevalencia. Los resultados de nuestro estudio nos sitúa por encima de estos valores.

El Consenso SEEDO 2007, determina la prevalencia de obesidad en la población española por grupos de edad y sexo, siendo de 16,3 % niños y 11,6 % niñas entre 2 y 9 años, entre 10 y 17 años de 18,5% niños y 9,1% niñas. Nuestros resultados alcanzan valores superiores a estos.

## **Resistencia cardiorrespiratoria medida con el test de RUFFIER-DICKSON.**

Los resultados obtenidos de la prueba del test de Ruffier en el estudio realizado por Vález (2003), en el cual se midió la adaptación cardiovascular en niños de 13 años, aportaban que el 57,2% de los individuos estaba en un nivel mediano o bajo, el 42,8 está en un nivel bueno o muy bueno. Así, en el mencionado estudio, los chicos (66% bien o muy bien y 34% mediano o bajo) muestran mejores resultados que las chicas (25% bien o muy bien y 75% bajo o muy bajo). Si se relacionan estos datos con los valores obtenidos en nuestra investigación, observamos que el nivel del alumnado objeto de nuestro estudio, y sin distinción de sexo, es más bajo, es decir, el 60% están por debajo del nivel bajo, el 30% está en el nivel mediano y el resto se halla en un nivel bueno o bien. Por otra parte, en función del sexo, observamos que, en nuestra investigación, obtienen mejores resultados los niños que las niñas, ya que la mitad de los niños están en un nivel mediano y el 40% en un nivel bajo, estando el 80% de las niñas en el nivel bajo y el 20% en el nivel mediano o bajo.

En un estudio realizado con alumnos de ESO (Martínez, 2004) de edad comprendida entre 12 y 13 años, en el que se utilizó el test de Ruffier para establecer un baremo dichos alumnos, se obtienen resultados similares en chicos y chicas, donde la mayoría se encuentra en un nivel bajo (90% nivel bajo). Por otra parte, los resultados obtenidos en nuestro estudio, y aún habiéndose realizado en edad inferior, se obtienen mejores resultados, en el que los chicos y chicas, se encuentran en diferentes niveles: de forma globalizada, el 60% está por debajo del nivel bajo, mientras que el 30% está en el nivel mediano y el resto se halla en un nivel bueno o bien. En cuanto al sexo, la mitad de los niños están en un nivel mediano y el 40% en un nivel bajo, estando el 80% de las niñas en el nivel bajo y el 20% en el nivel mediano o bajo.

## **Implicación de veinte alumnos en una sesión de Educación Física.**

Si comparamos nuestros resultados con los obtenidos por Rivas (1992), Generelo (1995) y Gavarry y cols. (1998), vemos como estos autores encuentran para edades similares frecuencias cardíacas medias sensiblemente inferiores (entre 133 latidos/min. y 128 latidos./min.) en la clase de Educación Física. Los datos resultantes de nuestro estudio reflejan estar por encima de estos, ya que la globalidad de la muestra a estudiar, entre el cuartil 25 y 50 tienen una frecuencia cardíaca media por minuto de 141,25 y 149 latidos/min. respectivamente, y que en el cuartil 75 tienen una media de 158 latidos/min.. El estudio realizado por Martínez (1996) en jóvenes, desprende resultados en los que las pulsaciones se encuentran entre 160-170 latidos/min., y sobre en las chicas. Por otra parte, en los resultados de nuestro estudio, podemos observar como nuestro alumnado se encuentra por debajo de estos resultados, ya que, para los datos registrados de la frecuencia cardíaca media de los alumnos con peor IMC, según los cuarteles 25, 50 y 75, son 142,5, 148 y 154,5 latidos/min. respectivamente, y para los alumnos con mejor IMC, según su frecuencia cardíaca media en los cuartiles 25, 50 y 75, son 140,25, 150 y 162,75 latidos/min. respectivamente.

Un estudio realizado por la universidad de Almería sobre la evaluación de la respuesta cardíaca al esfuerzo máximo en niños de 12 años a través de la prueba de Course Navette y utilizando como instrumento un pulsómetro Sport Tester 4000 (Águila y cols., 2009), en relación a los valores medios de la frecuencia cardíaca diferenciados por sexos, observamos como los datos no aportan diferencias importantes entre niños y niñas, las niñas en FC media con 168ppm. presentan valores superiores a los niños (168 latidos), mientras que el valor de la muestra total es de 166 latidos/min. Si comparamos estos datos con los obtenidos en nuestra investigación, observamos que la globalidad de la muestra a estudiar se encuentra ligeramente por debajo de estos valores, ya que entre el cuartil 25 y 50 tienen una frecuencia cardíaca media de 141,25 y 149 latidos/min. respectivamente, y que en el cuartil 75 tienen una media de 158 latidos/min..

Los resultados obtenidos en el estudio realizado por Vázquez (2003) sobre la respuesta cardiaca en una sesión de aeróbica llevada a cabo en una clase de Educación Física con 6 alumnos de edad comprendida entre 14-15 años, utilizando pulsómetros Polar Accurex Plus®, desprenden valores de 144,28; 149,76; 153,28; 153,64; 172,94; 181,46 latidos/min., para la frecuencia cardiaca media por minuto. Al comparar estos resultados con nuestro estudio y teniendo en cuenta los tres cuartiles, observamos que las diferencias son ligeramente inferiores 141,25, 149 latidos/min., respectivamente, a excepción de las 158 latidos/min. halladas en el cuartil 75, respectivamente.

## **CONCLUSIONES.**

Las conclusiones de la presente investigación, son las siguientes:

- En función de lo indicado en la primera conclusión, y teniendo en cuenta los resultados desprendidos en la presente investigación, es evidente que estamos por encima de la media nacional respecto al IMC. Por tanto, salta la alarma y surge la inmediata necesidad de acometer un plan de intervención para minimizar el incesante incremento de la mencionada epidemia y que tantos problemas de salud está trayendo a la sociedad actual y la futura inmediata. Debido a la escasa presencia de las clases de Educación Física en el currículo de primaria, y aún trabajando bajo parámetros de intensidad y duración para intervenir en la mejora de las medidas antropométricas (IMC), reduciendo el perfil lipídico de nuestros alumnos, es evidente que faltaría la variable frecuencia (días a la semana de práctica); por tanto, es de vital importancia emprender modificaciones internas en el currículo de primaria para, de este modo, poder inferir en la modificación de parámetros fisiológicos en nuestros escolares, siendo la infancia y adolescencia, donde se produce con más fuerza la adherencias de hábitos físico-deportivos. Debido a la fuerte unión de las variables alimentación y práctica de actividad físico-deportiva sobre elevar o disminuir los niveles de obesidad en escolares, no debemos olvidar emprender campañas paralelas de promoción sobre alimentación saludable con una correcta práctica físico-deportiva para todos.

- Respecto a la segunda conclusión, indicar que, debido a que el 90% de los alumnos de sexto de primaria del colegio donde se ha llevado a cabo la presente investigación, presentan un nivel mediocre, pobre o malo, y sumado al elevado IMC de los mismos, debemos hacer más hincapié en intentar orientar las clases de Educación Física a ser llevadas a cabo bajo parámetros fisiológicos de práctica que impliquen la mejora de la condición cardiorrespiratoria, sin perder el carácter lúdico de las mismas para provocar la participación del alumnado. Por otra parte, la exigencia de los niveles de competencia motriz en las clases de Educación Física, deberán tal que no provoque el abandono de los mismos.

- Por último, de la tercera conclusión, podemos decir que, en función de los resultados obtenidos, no existe una relación fuerte en entre IMC y resultados del test de Ruffier. Sin embargo, ello ha podido deberse a que, aún habiendo realizado la fase de familiarización de los alumnos con el material (pulsómetro), es cierto que la duración de la misma no fue larga. Por otra parte, los alumnos con un IMC considerado como saludable, mostraron un estado de excitación mayor que los de sobrepeso y obesos, lo que pudo haber alterado el resultado de respuesta cardiaca. Por ello, a la hora de volver a emprender trabajos similares, será conveniente establecer periodos más largos de familiarización con dicho material. Por último, indicar que, es importante tener en cuenta el estrés fisiológico que provoca estados de sobrepeso y obesidad en la respuestas cardiaca a la hora de llevar a cabo registros de frecuencia cardiaca mediante pulsómetros. Así, no debemos pensar que, el hecho de detectar elevados latidos por minutos de media, ello nos está indicando que el alumno está siendo activo en clase como pretendemos. Variables como estado de deshidratación, ayuno, condiciones climatológicas, entre otras, también debemos tenerlas en cuenta por provocar modificaciones en la respuesta cardiaca.

## CONSECUENCIAS E IMPLICACIONES.

Las consecuencias e implicaciones de esta investigación, son las siguientes:

- Debido a los elevados IMC detectados en la presente investigación y a los bajos niveles de condición cardiorrespiratoria de los resultados en el test de Ruffier, y considerando la obligatoriedad de las clases de Educación Física, debemos utilizar esta posibilidad como medio para conseguir niveles acordes a salud. Para ello, será conveniente la sensibilización definitiva por parte de los organismos competentes en Educación al respecto, para el incremento de la presencia de dicha asignatura en el currículo de primaria. Por otra parte, aquellas otras instituciones encargadas de la promoción de la práctica físico-deportiva en edad escolar, deberán dotar a entidades (clubes, asociaciones, entre otras) con un colectivo de profesionales con formación académica acorde al problema que acomete a nuestros niños (la obesidad).
- Programas de intervención escolar con un calendario longitudinal y no transversal, son los que deberán estar presentes en nuestros escolares para atajar el crecimiento de patologías asociadas a edades avanzadas, y provocadas en edades tempranas por no estar provistos de recursos que puedan de una vez por todas, cortar esta epidemia que acecha a nuestro futuro.
- Siendo el entorno escolar uno de los lugares donde el niño puede recibir un estilo de vida saludable (programa PERSEO), es conveniente llevar a cabo modificaciones en la práctica docente para poder reducir de manera significativa hábitos no ajustados a patrones saludables. Respecto al presente trabajo de investigación, desarrollado en la asignatura de Educación Física, indicar la necesidad de llevar a cabo una continuidad de práctica físico-deportiva de los niños, por estar considerada como una poderosa arma de prevención de patologías asociadas a bajos niveles de condición cardiorrespiratoria y elevados niveles de IMC. Por otra parte, estimamos oportuno crear actividades escolares o extraescolares, donde se lleve a cabo de manera longitudinal y que sirvan de complemento a las clases de Educación Física, en el supuesto de resultar inviable la modificación del currículo para una mayor presencia de esta en el currículo.

## BIBLIOGRAFÍA.

ABBOT, R. A.; DAVIES, P. S. (2004). Habitual physical activity and physical activity intensity: Their relation with body composition in 5-15 years old children. *Eur J Clin Nutr.*, 58: 285-91.

American Academy of Pediatrics (2004). *Preventing Childhood Obesity: A National Conference Focusing on Pregnancy, Infancy and Early Childhood Factors.* *Pediatrics*, 114, 1139-73.

ARANCETA, J., PÉREZ, C., FOZ, M., MANTILLA, T., SERRA, L., MORENO, B., MONEREO, S., MILLÁN, J. (2004). Grupo Colaborativo para el estudio DORICA fase 2. Tablas de evaluación del riesgo coronario adaptadas a la población española: Estudio DORICA. *Med Clin (Barc)*, 123: 686-91.

ARANCETA, J., SERRA, L.L., RIBA, L., PÉREZ, C. (2001). Factores determinantes de la obesidad en la población infantil y juvenil española. En: Serra Majem LI, Aranceta Bartrina J, editores. *Obesidad infantil y juvenil.* Estudio enKid (pp. 109-27). Barcelona: Masson.

B.O.E. (2004). Orden SCO/66/2004 por la que se establecen las directrices para la elaboración del Plan Integral de obesidad, Nutrición y actividad física. Ministerio de Sanidad y Consumo (pp. 2790-1) (publicado en el B.O.E. 19 de 22 enero 2004).

BORM (2007). Decreto n.º 286/2007 de 7 de septiembre, por el que se establece el currículo de la educación primaria en la Comunidad Autónoma de la Región de Murcia (pp. 26387-450) (publicado en el BORM 211 de 12 septiembre 2007).

BASKIN, M.L., ARD, J., FRANKLIN, F., ALLISON, D. (2005). Prevalence of obesity in the United States. *Obes Rev.*, 6, 5-7.

BRAY, G., BOUCHARD, C., JAMES W.P.T. (1998). Definitions and proposed current classifications of obesity. En: Bray G, Bouchard C, James WPT (eds). *Handbook of obesity.* (pp.31-40). New York: Marcel Dekker.

- CARMUEGA, E.; DURÁN, P. (2000). *Valoración del estado nutricional en niños y adolescentes*. Boletín CESNI (pp.3-24), Centro colaborador de la OMS para la docencia e investigación en nutrición infantil.
- CASPERSEN, C.J., POWELL, K.E., CHRITENSON, G.M. (1985). Physical activity, exercise and physical fitness: definitions and distinctions for health-related research. *Public Health Reports*; 100,126-31.
- COLE, T.J., BELLIZI, M.C., FLEGAL, K.M., DIETZ, W.H. (2000). Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*, 320: 1240-3.
- CORDER, K., BRAGE, S., WAREHAM, N.J., ;EKELUND, U. (2005) (Comparison of PAEE from combined and separate heart rate and movement models in children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37, 1761-1767.
- Department of Health and Human Services Centers for Disease Control and Prevention. (2005). *Public Health Strategies for preventing and controlling overweight and obesity in school and worksite setting. A Report on Recommendations of the Task Force on Community*. Preventive Services. MMWR.
- DURANT, R., BARANOWSKI, T. DAVIS, H., RHODES, T., THOMPSON, W. GREAVES, K.; PUHL, K. (1993). Reliability and variability of indicators of heart rate monitoring in children. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 25, 389-395.
- FALK, B.; TENEBBAUM, G. (1996). The effectiveness of resistance training in Children: A meta-analysis. *Sport Medicine*, 22 (3), 176-186.
- FLETA, J., RODRÍGUEZ, G., MUR, L., MORENO, L., BUENO, M. (2000) .Tendencia secular del tejido adiposo corporal en niños prepúberes. *Anales de Pediatría*, 52, 116-22.
- HERNÁNDEZ, M., CASTELLET, J., NARVAIZA, J.L., RINCÓN, J.M., RUIZ, I., SÁNCHEZ, E., et al (1988). *Curvas y tablas de crecimiento*. Instituto sobre crecimiento y desarrollo fundación F. Orbegozo. Madrid: Garsi.
- LEMURA, M., VON, D., SERGE, P., CARLONAS, R., ANDREACCI, J. (2003). Puede el Entrenamiento Físico mejorar la Potencia Aeróbica Máxima (VO<sub>2</sub> máx.) en los Niños: Una Revisión Meta-analítica (Resumen). *PubliCE Premium*. Pid: 138.
- LITWIN, J., FERNÁNDEZ, G. (1995). *Evaluación en educación física y deportes*. Buenos Aires: Stadium.
- MANONELLES, P., ALCARAZ, J., ÁLVAREZ, J., JIMÉNEZ, F., LUENGO, E., MANUZ, B., NARANJO, J., PALACIOS, N., PÉREZ, M., VILLEGAS, J. A. (2008). La utilidad de la actividad física y de los hábitos adecuados de nutrición como medio de prevención de la obesidad en niños y adolescentes documento de consenso de la federación española de medicina del deporte (FEMEDE). *Archivos de Medicina del Deporte volumen XXV(127)*.
- MARTÍNEZ, V., SÁNCHEZ, M. (2008). Relación entre actividad física y condición física en niños y adolescentes. *Revista Española de Cardiología*, 61(2), 108-11.
- Ministerio de Sanidad y Consumo (2005). *Estrategia NAOS. Estrategia para la nutrición, actividad física y prevención de la obesidad*. Agencia española de Seguridad Alimentaria. Madrid: MSC. Disponible en: [www.aesa.msc.es](http://www.aesa.msc.es)
- O.M.S. (2004). *Estrategia Mundial sobre Régimen Alimentario, Actividad Física y Salud*. Genève: Organización Mundial de la Salud.
- ORTEGA, F., RUIZ, J., CASTILLO, M., MORENO, L., GONZÁLEZ, M., WÄRNBERG, J., GUTIÉRREZ, A., GRUPO AVENA (2005). Bajo nivel de forma física en los adolescentes españoles. Importancia para la salud cardiovascular futura (Estudio AVENA). *Rev Esp Cardiol.*, 58 (8),898-909
- PATE, R.R., DAVIS, M.G., ROBINSON, T.N., STONE, E.J., MCKENZIE, T.L., YOUNG, J.C. (2006). Promoting physical activity in children and youth. A leadership role for schools. A Scientific Statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Physical Activity Committee) in collaboration with the Councils on Cardiovascular Disease in the Young and Cardiovascular Nursing. *Circulation*, 114, 1214-24.
- PATTERSON, P. (2000). Reliability, validity, and methodological response to the assesment of physical activity via self report. *RQES*, 71, 15-20.
- REED, KATE, E., WARBURTON, DARREN, E. R., MCKAY, HEATHER, A. (2008). Determinación del Riesgo de Enfermedad Cardiovascular en Niños de Escuela Primaria: Desarrollo de un "Índice de Valoración del Corazón Saludable" (Resumen). *PubliCE Premium*., Pid: 1068.
- REILLY, J. J., ARMSTRONG, J., DOROSTY A.R., EMMETT P. M., NESS, A., ROGERS, I., et al. (2005). The Avon Longitudinal Study of Parents and Children Study Team. Early life risk factors for obesity in childhood: Cohort Study. *BMJ* , 330, 1357-63.
- RODRÍGUEZ, G., MORENO, L.A., SARRIÁ, A., FLETA, J., BUENO, M. (2000). Resting energy expenditure in children and adolescents: agreementbetween calorimetry and prediction equations. *Clin Nutr*, 21, 255-260.

- ROWLAND, T. W. (2007). Effect of Obesity on Cardiac Function in Children and Adolescents: *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 319 - 326.
- ROWLAND, T., ESTON, R. (1997). Measurement of physical activity in children with particular reference to the use of heart rate and podometry. *Sports Medicine*, 24, 258-272
- SERRA, LL., RIBAS, L., ARANCETA, J., PÉREZ, C., SAAVEDRA, P., PEÑA, L. (2003) Obesidad infantil y juvenil en España. Resultados del Estudio Enkid (1998-2000). *Med Clin(Barc)*, 121, 725-32.
- SHEPHARD, R. J. (2006). Ejercicio, Envejecimiento y Calidad de Vida. *PubliCE Standard*. Pid: 585.
- Sociedad Española para el Estudio de la Obesidad (SEEDO) (1996) Consenso español 1995 para la evaluación de la obesidad y para la realización de estudios epidemiológicos. *Med Clin(Barc)*, 107, 782-7.
- TROYANO, R.P., FRONGUILLO, E.A., SOBAL, J., LEVITSKY, D.A.(1996). The relationship between body weight and mortality: a quantitative analysis of combined information from existing studies. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 20, 63-75.
- TWISK, J. W., KEMPER, H. C., VAN MECHELEN, W. (2000). Tracking of activity and fitness and the relationship with cardiovascular disease risk factors. *Med Sci Sports Exerc.*, 32, 1455-61.
- VALTUEÑA, S., ARIJA, V., SALAS, J. (1996). Estado actual de los métodos de evaluación de la composición corporal: descripción, reproducibilidad, precisión, ámbitos de aplicación, seguridad, coste y perspectivas de futuro. *Med Clin (Barc)*, 106, 624-35.
- VILLA, J.G., DE PAZ, J.A., GONZÁLEZ, J. (1996). Bases para la evaluación de la condición física y la preparación deportiva. En Santonja, R. (ed.) (pp23-34). *Olimpismo y Deporte*. Madrid: Santonja.
- WATTS, K., JONES, T. W., DAVIS, E. A., GREEN, D. (2005). Exercise training in obese children and adolescents: current concepts. *Sports Med*, 35, 375-92.
- WESTERTERP, K.R., PLASQUI, G. (2004). Physical activity and human energy expenditure. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, 7, 607-13.
- WHITAKER, R., WRIGHT, J., PEPE, M., SEIDEL, K. DIETZ, W. (1997). Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. *The New England Journal of Medicine*. 337, 869-873.
- YUSTE, J. L. (2005). *Influencia de la condición de estar federado, autopercepción de competencia motriz y valoración de las clases de Educación Física sobre los niveles de actividad física habitual en adolescentes escolarizados*. Tesis doctoral. Murcia: Universidad de Murcia.