

Coste-efectividad de intervenciones para prevenir y corregir la obesidad infantil

Informes de Evaluación
de Tecnologías Sanitarias
SESCS Núm.2009/04

INFORMES, ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN



MINISTERIO
DE ECONOMÍA
Y COMPETITIVIDAD



A. E. Agencia de Evaluación
y Selección de Tecnologías Sanitarias



MINISTERIO
DE SANIDAD, SERVICIOS SOCIALES
E IGUALDAD

Plan de Calidad
del Sistema Nacional
de Salud



Gobierno
de Canarias

Coste-efectividad de intervenciones para prevenir y corregir la obesidad infantil

Informes de Evaluación
de Tecnologías Sanitarias
SESCS Núm.2009/04

INFORMES, ESTUDIOS E INVESTIGACIÓN



A. E. Agencia de Evaluación
de Tecnologías Sanitarias



MINISTERIO
DE SANIDAD, SERVICIOS SOCIALES
E IGUALDAD



Gobierno
de Canarias

RAMOS-GOÑI, JM.

Coste-efectividad de intervenciones para prevenir y corregir la obesidad infantil / JM. Ramos-Goñi, [et al.]. – Madrid : Ministerio de Economía y Competitividad; Santa Cruz de Tenerife : Servicio Canario de la Salud, – 57 p. ; 24 cm. – (Colección: Informes, estudios e investigación / Ministerio de Economía y Competitividad) (Serie: Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias / SESCO ; 2009/4)

1. Obesidad 2. Salud Pública 3. Coste-Efectividad
I. Canarias. Servicio Canario de Salud II. España. Ministerio de Ciencia e Innovación

Edita: Ministerio de Ciencia e Innovación

Este documento se ha realizado en el marco de colaboración previsto en el Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud elaborado por el Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad, al amparo del convenio de colaboración suscrito por el Instituto de Salud Carlos III, organismo autónomo del Ministerio de Economía y Competitividad, y la Fundación Canaria de Investigación y Salud “FUNCIS”

Para citar este informe:

Ramos-Goñi JM, Valcárcel-Nazco C. Coste-efectividad de intervenciones para prevenir y corregir la obesidad infantil. Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud del Ministerio de Sanidad, Política Social e Igualdad. Servicio de Evaluación del Servicio Canario de la Salud; 2011. Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias: SESCO N° 2009/4



A.º Agencia de Evaluación
de Tecnologías Sanitarias



MINISTERIO
DE SANIDAD, SERVICIOS SOCIALES
E IGUALDAD



Agradecimientos:

Los autores de este informe quieren mostrar su agradecimiento a Dña. M^a Carmen Bujalance Jiménez, por su eficaz ayuda en la ardua tarea de obtener innumerables estudios a texto completo.

Índice

I. Introducción	15
II. Objetivo	19
III. Metodología	21
III.1. Descripción general del modelo	21
III.2 Estimación de parámetros del modelo	23
III.2.1. Probabilidades de transición	23
III.2.2. Costes	28
III.2.3. Utilidades	28
III.3 Descuentos	29
III.4 Análisis de sensibilidad probabilístico del modelo	29
IV. Resultados	35
V. Discusión	43
VI. Conclusiones	47
VII. Recomendaciones	49
Contribución de los autores y revisores externos	51
Bibliografía	53

Índice de tablas

Tabla 1. Parámetros usados en el modelo de evaluación económica	26
Tabla 2. Parámetros usados en el modelo de evaluación económica (Probabilidades de muerte por enfermedad).....	27
Tabla 3. Parámetros usados en el modelo de evaluación económica (probabilidades de transición)	27
Tabla 4. Costes asociados a los estados considerados en el modelo de evaluación económica.....	28
Tabla 5. Utilidades consideradas en el modelo de evaluación económica	29
Tabla 6. Parámetros usados en el análisis de sensibilidad del modelo de evaluación económica.....	30
Tabla 7. Gama de colores usada para representar las probabilidades obtenidas a partir de las curvas de aceptabilidad calculadas.....	32
Tabla 8. Resultados de probabilidades y VEIP para una disponibilidad a pagar de 10.000€/AVAC y un descuento del 3%.....	35
Tabla 9. Resultados de probabilidades y VEIP para una disponibilidad a pagar de 20.000€/AVAC y un descuento del 3%.....	36
Tabla 10. Resultados de probabilidades y VEIP para una disponibilidad a pagar de 30.000€/AVAC y un descuento del 3%.....	37
Tabla 11. Resultados de probabilidades y VEIP para una disponibilidad a pagar de 30.000€/AVAC y un descuento del 0%.....	37
Tabla 12. Porcentajes de la variabilidad de los resultados explicada por cada uno de los parámetros del modelo.....	41

Índice de figuras

Figura 1. Esquema general del modelo	22
Figura 2. Resultados de las simulaciones de Monte Carlo en el plano coste efectividad incremental	38
Figura 3. Curva de aceptabilidad	39
Figura 4. Valor esperado de la información perfecta	40

Resumen

Objetivo:

Determinar la efectividad mínima y el coste máximo en que podría incurrir una intervención de salud pública de prevención y corrección de la obesidad infantil, para que ésta fuera coste-efectiva a largo plazo.

Métodos:

Se realizó una evaluación económica mediante la realización de un modelo de Markov con dos ramas simétricas: la primera representa la evolución del estado de salud de niños que se someten a una intervención de salud pública para prevenir/corregir la obesidad y la segunda (grupo control) representa la no intervención. Se utilizó la perspectiva del SNS y se consideró un horizonte temporal de toda la vida de los niños. La estructura del modelo contempla cinco enfermedades seleccionadas por su fuerte asociación con la obesidad y sus altas tasas de morbimortalidad: diabetes mellitus tipo 2, estenosis coronaria, cáncer de mama, cáncer de colon e ictus.

Resultados:

Para una disponibilidad a pagar de 30.000 €/AVAC, cualquier intervención de salud pública con un coste inferior a 2 € por infante/año y que reduzca la prevalencia de la obesidad en al menos un 1% resulta coste-efectiva. Si aumenta la efectividad de la intervención hasta un 2,5% se podría incurrir en un coste de hasta 4 € por infante/año. En ambos casos, la probabilidad de que la intervención sea coste-efectiva supera el 90%.

Conclusiones:

En base a los resultados obtenidos, las intervenciones de salud pública que podrían implantarse siendo eficientes a largo plazo, son aquellas intervenciones de bajo coste (máximo 5€ por infante/año) cuyos

resultados reducen en un 2% la prevalencia de la obesidad sobre la población no intervenida.

Abstract

Objective:

To determine the minimum effectiveness and maximum cost levels required for a public health intervention to prevent and correct childhood obesity to be cost-effective in the long-term.

Methods:

An economic evaluation was performed by means of a Markov model with two symmetric arms: the first represents the health state evolution of children who are subjected to a public health intervention to prevent/correct obesity; whereas the second one is not involved in any intervention. A NHS perspective was used and a lifetime horizon was considered. The model structure includes five diseases selected due to their strong association with obesity and their high mortality rates: diabetes mellitus type 2, coronary stenosis, breast cancer, colon cancer and stroke.

Results:

At a willingness-to-pay threshold of € 30,000 per QALY, any intervention costing less than € 2 child/year and reducing the prevalence of obesity by at least 1% would be cost-effective. In this case, the probability that the intervention was cost-effective is over 90%.

Conclusions:

Public health intervention that are likely to be cost-effective in the long term are those with a relative low-cost (maximum of € 5 child/year) and leading to a 2% improvement in obesity prevalence.

I. Introducción

La obesidad, definida como un nivel de masa corporal superior a 30Kg/m^2 , se ha convertido en una de las enfermedades metabólicas más frecuentes de las últimas décadas^{1,2}. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) aproximadamente existen unos 400 millones de obesos en el mundo y unos 1600 millones de personas con sobrepeso³. La tendencia va en aumento en todos los países desarrollados. Al analizar esta tendencia de la obesidad en España, se observa un incremento desde el 7,7% en 1987 a un 12,9% en 2001⁴. Según los resultados de la última Encuesta Nacional de Salud (ENS 2006), el 37,8% de los españoles mayores de 18 años tiene sobrepeso y un 15,6% presenta obesidad; mostrando una correlación positiva con la edad. En el grupo de población de más de 65 años de edad, la prevalencia de la obesidad alcanza el 35%². Sin embargo es más alarmante aún el incremento de la obesidad en la población infantil, que alcanza una prevalencia del 13,9%². El aumento de la prevalencia de la obesidad ha contribuido al crecimiento de la incidencia y prevalencia de otros factores de riesgo y enfermedades, justificando así el que la prevención de la obesidad se haya transformado en una prioridad de salud pública. Por tanto, resulta necesario diseñar estrategias y políticas de salud efectivas y eficientes destinadas a afrontar las consecuencias actuales y tratar de prevenir los alcances futuros del sobrepeso y la obesidad.

Varios estudios publicados en España ponen de manifiesto el impacto de la obesidad tanto sobre la calidad de vida relacionada con la salud como sobre la esperanza de vida⁵. Varios estudios transversales recientes y revisiones sistemáticas, coinciden al describir una relación inversamente proporcional entre la calidad de vida relacionada con la salud y el sobrepeso y, sobre todo con la obesidad. Es decir, el impacto de la obesidad sobre la salud, se traduce en menos Años de Vida Ajustados por Calidad (AVAC). En este sentido, es cada vez más evidente la relación entre la obesidad y la prevalencia de enfermedades cardiovasculares (cardiopatía isquémica, diabetes mellitus, insuficiencia cardíaca o enfermedad cerebrovascular), y no vasculares, tales como la artrosis, lesiones articulares o deformaciones óseas, problemas psicológicos, enfermedades digestivas como colelitiasis o esteatosis hepática, e incluso algunos tipos de neoplasias como el cáncer de colon, próstata, riñón, esófago, útero, ovario, endometrio o mama⁶.

Además, un estudio publicado en 2002 en EEUU muestra como la obesidad requiere de más cuidados médicos que el tabaquismo o el alcoholismo⁶. De aquí la relevancia de la necesidad de impulsar medidas de prevención y tratamiento de esta enfermedad metabólica efectivas y costo-efectivas.

Como consecuencia, la OMS aprobó en 2004 la Estrategia Global sobre Dieta y Actividad Física donde instaba a los países miembros a la implantación de planes nacionales de actuación. En este contexto, en España, el Ministerio de Sanidad y Consumo, a través de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición, desarrolló la Estrategia NAOS de Nutrición, Actividad Física y Obesidad. Los objetivos principales de esta estrategia, eran entre otros, el fomento de políticas y planes de acción destinados a mejorar los hábitos alimentarios y a aumentar la actividad física, informar a la población sobre el impacto positivo que tiene para su salud una alimentación sana y una actividad física regular, promover la educación nutricional en el medio familiar, escolar y comunitario, así como, propiciar un marco de colaboración con empresas del sector alimentario para promover la distribución de productos alimentarios más sanos y equilibrados. Anidado en la Estrategia NAOS, existe un programa específico dirigido de manera prioritaria a la intervención en el medio escolar: el Programa PERSEO⁷.

El programa PERSEO está llevando a cabo una experiencia piloto en la población escolar de entre 6 y 10 años en 67 centros escolares de España (34 centros de intervención y 33 de control), distribuidos entre Ceuta y Melilla y las seis Comunidades Autónomas con mayor prevalencia de obesidad infantil: Andalucía, Canarias, Castilla y León, Extremadura, Galicia y Murcia. Para ello, el personal docente trabaja con los alumnos sobre cuestiones relativas a la alimentación saludable y a la actividad física. Además, las familias reciben información específica y asisten a sesiones formativas impartidas por profesionales sanitarios. PERSEO se centra en aumentar el consumo de frutas y verduras, reducir la ingesta de grasas, aumentar los niveles de actividad física y reducir el sedentarismo tanto en el colegio como fuera del mismo.

La adopción por el Estado Español de la Estrategia NAOS y el desarrollo del programa PERSEO como apuesta para contener la expansión de la obesidad, ha puesto de manifiesto la conveniencia de identificar e integrar la información disponible; permitiendo, a su vez, la posibilidad de innovar y desarrollar modelos concretos de intervención adaptados territorialmente con carácter autonómico. En este contexto, el “Proyecto DELTA de educación nutricional y promoción de la actividad física” nace, en Canarias, como una propuesta de acción

intersectorial, derivada de la necesidad de mejorar la calidad de la dieta de las personas, prevenir los trastornos alimentarios, tanto por exceso como por defecto, y sus consecuencias sobre la salud⁸. DELTA es una estrategia desarrollada a finales del año 2005, que se define como un conjunto de propuestas, actividades y materiales didácticos orientados a la promoción de la alimentación saludable y de la actividad física, en un contexto más amplio de educación para la salud, con un protagonismo en la escuela.

Desafortunadamente, hasta la actualidad, existen dificultades para informar la toma de decisiones sobre políticas de prevención de la obesidad infantil en España, en base a criterios de efectividad y coste-efectividad. Al déficit de información disponible sobre la evaluación de resultados (de salud y económicos) de las estrategias anteriormente citadas, se une la ausencia de ensayos sobre la efectividad o el coste-efectividad de intervenciones para modificar conductas y prevenir la obesidad.

En general, y desde el punto de vista de la efectividad de las intervenciones, existe consenso en que para conseguir resultados óptimos, las estrategias de prevención de la obesidad deberían abordar conjuntamente tanto la dieta como el sedentarismo⁴. Estas estrategias deberían ser implantadas precozmente, en edades tempranas e intentar que se mantengan a lo largo de toda la vida. En la revisión sistemática de 2006 de Connelly et al.⁹ se analizaron 28 estudios centrados en este tipo de intervenciones, de los cuales 11 resultaron efectivos para reducir la grasa corporal. En éstos, las intervenciones analizadas diferían ligeramente entre sí; mientras que la mayoría de las intervenciones combinaban aspectos relacionados con una alimentación sana y una actividad física regular, unas pocas se centraban en aspectos relacionados solamente con la actividad física^{10,11}. En muchas de ellas se incorporaba la participación de los padres¹²⁻¹⁷, tanto mediante asistencia a conferencias en el colegio, como mediante la realización de tareas específicas dentro del hogar. Desde una perspectiva económica, los costes sanitarios asociados a la obesidad se deben principalmente, a los recursos empleados en la prevención primaria y secundaria de esta enfermedad, y a los costes relacionados con las enfermedades anteriormente mencionadas en las que la obesidad es un factor de riesgo importante. En EEUU, donde el gasto sanitario asociado a la obesidad representa entre el 6% y el 10% del gasto total sanitario nacional¹⁸, existen numerosas publicaciones que estudian detenidamente los costes asociados a la obesidad, así como el coste-efectividad de las intervenciones para su prevención. En Nueva

Zelanda, se estima que el coste total sanitario anual atribuible a la obesidad es de 135 millones NZ\$ relativos al año 1991 (69,8 millones €)¹⁹. En Europa, artículos como el publicado en 2000 en Francia²⁰, estiman que el coste sanitario asociado a la obesidad está entre 4,2 y 8,7 billones de francos relativos al año 1992 (aproximadamente entre 0,6 y 1,3 billones de euros), lo que representa entre un 0,7% y un 1,5% del gasto sanitario total de este país. En el caso de España, no se ha encontrado ningún estudio científico, publicado hasta el momento, sobre el gasto sanitario español atribuible a la obesidad, sin embargo se conoce que la obesidad provoca graves consecuencias sociales y económicas¹.

Por otro lado, numerosos estudios establecen que la obesidad infantil está estrechamente ligada con la obesidad adulta^{21,22}. Se estima que entre un 60% y un 95% de niños que tienen sobrepeso u obesidad antes de la pubertad, tendrán sobrepeso al inicio de la edad adulta²¹. Además, es cada vez más evidente la relación entre la obesidad en la adolescencia y el aumento de riesgos para la salud en la vida adulta²³. De aquí la necesidad de identificar e impulsar estrategias e intervenciones que tengan por objetivo prevenir la obesidad desde la niñez. El colegio ofrece un ámbito privilegiado para la implantación y desarrollo de este tipo de actividades de prevención, ya que permite el uso de recursos existentes y el control sobre la población en estudio²⁴.

En base a todas las consideraciones anteriormente expuestas, en este informe se evaluarán intervenciones para la prevención de la obesidad infantil que han sido desarrolladas específicamente en la escuela. Concretamente, debido a que aún no disponemos de información sobre la efectividad de los programas que actualmente se están llevando a cabo en España para prevenir la obesidad infantil, el objetivo de este estudio se centrará en la estimación de los resultados que debería ofrecer una intervención o programa de prevención/corrección de la obesidad, para que éste fuese eficiente.

II. Objetivo

El objetivo de este informe es dar respuesta a un encargo de la Secretaría General del Ministerio de Sanidad y Políticas Sociales español sobre cuáles deberían ser los valores de efectividad y en qué costes debería incurrir una intervención de salud pública de prevención y corrección de la obesidad infantil para que ésta fuera eficiente a largo plazo.

III. Metodología

Cuando se debe adoptar una decisión respecto a un problema sanitario que constituye un riesgo que persiste en el tiempo, el modelo de Markov es un procedimiento adecuado para llevar a cabo una evaluación económica. Los componentes clave en un modelo de Markov son: los estados de salud, las probabilidades de transición, los costes correspondientes y los datos sobre los resultados de salud. Todos estos componentes están relacionados con la historia natural de la enfermedad y con los resultados de las intervenciones que pudiesen ser implementadas. Dadas las características del tipo de intervenciones de salud pública que se evalúan en este estudio, es decir, intervenciones que se aplican a escolares, con edades comprendidas entre 4 y 16 años, y de las que se espera obtener un beneficio en edades adultas, se hace complicado realizar ensayos clínicos con periodos de seguimiento a tan largo plazo, por lo que surge la necesidad de usar este tipo de modelos matemáticos para que sea posible responder, en la medida de lo posible, a las hipótesis planteadas. Por ello, para cumplir con el objetivo del presente estudio, se ha decidido realizar una evaluación económica completa, a partir de la implementación de un modelo de Markov, en el cual se han representado los posibles estados de salud por los que los individuos podrían transitar. Se ha decidido utilizar la perspectiva de Sistema Nacional de Salud (SNS).

III.1. Descripción general del modelo

El modelo diseñado está basado en el desarrollado por Roux et al²⁵, el cual tiene en cuenta cinco importantes enfermedades con altas tasas de morbimortalidad que presentan una fuerte asociación con la obesidad, y con estados de actividad física. Sin embargo, teniendo en cuenta que el modelo de Roux et al se diseñó para evaluar intervenciones para promover la actividad física, en nuestro caso, al pretender evaluar cualquier tipo de intervención de salud pública frente a la obesidad, no hemos tenido en cuenta los distintos niveles de actividad física, sino que únicamente se han considerado dos estados iniciales en los cuales los individuos pueden transitar: peso normal y obeso.

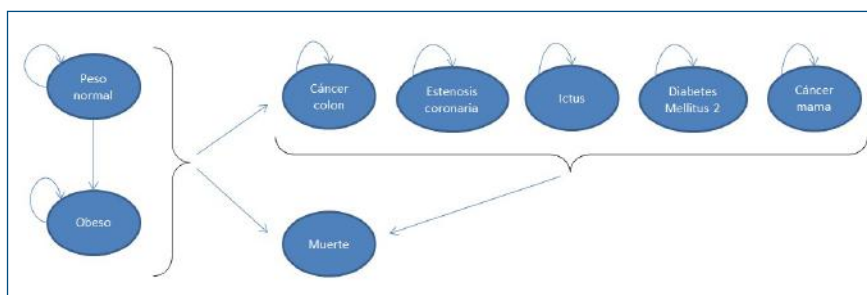
Por un lado, el estado de peso normal se define en el modelo como el estado en el cual el índice de masa corporal del individuo no supera 30 Kg/m² y por otro lado el estado obeso se define como estado en el

cual el índice de masa corporal del individuo supera los 30 Kg/m². A partir de estos dos estados los individuos pueden transitar a las cinco enfermedades consideradas en el modelo, que son Diabetes Mellitus Tipo 2, Enfermedad coronaria, Cáncer de Mama, Cáncer de Colon e Ictus.

Así, los individuos transitarán entre los estados de peso normal y de obeso hasta que alcancen una cierta edad en la cual podrán transitar a los estados de las enfermedades descritas en el párrafo anterior, además del estado de muerte, que podría ser alcanzado desde cualquiera de los estados del modelo. Las probabilidades de transición al estado de muerte dependerán de las probabilidades específicas de mortalidad de cada una de las enfermedades consideradas para el modelo, así como de la información contenida en las tablas de mortalidad actualizadas y publicadas en el INE²⁶ para los estados de salud definidos como peso normal y obeso. Asumimos que en el caso de que un individuo transite a cualquiera de los estados que representan las cinco enfermedades seleccionadas, el paciente permanecerá en dicho estado hasta que muera.

La Figura 1 representa el esquema general de cada rama del modelo. Para cumplir con los objetivos del estudio, el modelo se ha implementado con dos ramas principales que representan la intervención que se quiera evaluar y su grupo control, es decir, no intervenir. Cada una de estas ramas es simétrica respecto de la otra, es decir, que sus estructuras son idénticas, y se diferencian mediante las probabilidades de transición entre los estados que dependen de la efectividad de la intervención en estudio.

Figura 1. Esquema general del modelo



III.2 Estimación de parámetros del modelo

Dada la naturaleza del modelo, en el que se utilizó un horizonte temporal de 70 años, hemos debido recurrir a la literatura científica para obtener la información que nos permita realizar la estimación de los parámetros del modelo. A tal efecto, se realizó, en primera instancia, una búsqueda de evaluaciones económicas de intervenciones de salud pública para prevenir y corregir la obesidad, con el objetivo de conocer qué tipo de modelos se han diseñado anteriormente con esta metodología. Por otro lado, se examinó la literatura buscando información relacionada con la historia natural de la obesidad, y, más específicamente, sobre los riesgos relativos para la incidencia de las enfermedades consideradas en el modelo. También se buscó información sobre los costes y utilidades para cada uno de los estados de salud.

A continuación se detalla la estimación de cada uno de los parámetros del modelo.

III.2.1. Probabilidades de transición

Las probabilidades de transición de pasar de un estado de salud a otro estado, también se estimaron a partir de la información extraída desde la literatura. Del mismo modo se obtuvo información sobre las probabilidades de padecer cada una de las enfermedades consideradas en el modelo. La información sobre mortalidad fue obtenida de las tablas de mortalidad que se extrajeron del INE²⁶. Toda la información sobre probabilidades se obtuvo para la población general. Además se pudo obtener información sobre los riesgos relativos (Obeso vs. Peso normal) de padecer las enfermedades seleccionadas o morir. A partir de esta información se ha desarrollado un método para desagregar las probabilidades que se han obtenido para la población general, en probabilidades para población obesa y probabilidades para población de peso normal. Este método ha tenido en cuenta la incidencia de cada uno de los eventos considerados (llamando evento a cada una de las enfermedades asociadas a la obesidad citadas anteriormente y/o al estado muerte) y el riesgo relativo de estos eventos.

Una vez conocidas la incidencia y los riesgos relativos de las enfermedades seleccionadas, se calculó el número total de obesos con un determinado evento y el número total de personas con peso normal con ese mismo evento. Tras obtener estos parámetros, se pudieron calcular cada una de las probabilidades de transición de pasar de un estado a otro del modelo, teniendo peso normal o siendo obeso, así

como las tablas de mortalidad por edad. A partir del desarrollo siguiente se consigue la información deseada:

Sean

$RR_{O \rightarrow PN}$: Riesgo relativo de sufrir un evento cuando se es obeso frente a cuando se tiene peso normal

$P_{evento/obeso}$: Probabilidad de que ocurra un evento siendo obeso

$P_{evento/Peso_normal}$: Probabilidad de que ocurra un evento teniendo peso normal

$N^\circ obesos_con_evento$: Número total de obesos con el evento
 $N^\circ peso_normal_con_evento$: Número total de personas con peso normal con el evento
 $N^\circ total_obesos$: Número total de obesos

$N^\circ total_peso_normal$: Número total de personas con peso normal

Entonces, por definición de riesgo relativo:

$$RR_{O \rightarrow PN} = \frac{P_{evento/obeso}}{P_{evento/Peso_normal}} = \frac{\frac{N^\circ obesos_con_evento}{N^\circ total_obesos}}{\frac{N^\circ peso_normal_con_evento}{N^\circ total_peso_normal}}$$

Por otro lado el número total de obesos puede ser estimado de la siguiente manera:

$$N^\circ total_obesos = \text{Tamaño total población} \times \text{Prevalencia obesidad}$$

Donde se conoce la prevalencia de la obesidad en España, establecida en 2006 en 15,6%² y el tamaño de la población española²⁶.

Y suponiendo que obesos y personas con peso normal son complementarios, se tiene que:

$$N^{\circ} \text{ total_peso_normal} = \text{Tamaño total población} - N^{\circ} \text{ total_obesos}$$

Además, considerando que el número total de personas con un determinado evento es igual a la suma del número total de obesos con el evento y el número total de personas con peso normal con el evento:

$$N^{\circ} \text{ total_evento} = N^{\circ} \text{ obesos_con_evento} + N^{\circ} \text{ peso_normal_con_evento}$$

Y teniendo en cuenta que el número total de personas con un determinado evento se puede calcular multiplicando la incidencia de ese evento por la población total:

$$N^{\circ} \text{ total_evento} = \text{Tamaño población} \times \text{Incidencia del evento}$$

A partir de esto y formando un sistema de ecuaciones, se obtienen las cifras absolutas requeridas, es decir, el número de personas con peso normal con un determinado evento:

$$N^{\circ} \text{ peso_normal_con_evento} = \frac{N^{\circ} \text{ total_evento} \times N^{\circ} \text{ total_peso_normal}}{N^{\circ} \text{ total_obesos} \times (RR_{O \rightarrow D} + \frac{N^{\circ} \text{ total_peso_normal}}{N^{\circ} \text{ total_obesos}})}$$

Así, mediante la resta con el número total de personas con el evento, se obtiene el número de obesos con ese mismo evento:

$$N^{\circ} \text{ obesos_con_evento} = N^{\circ} \text{ total_evento} - N^{\circ} \text{ peso_normal_con_evento}$$

Una vez calculadas estas cifras absolutas para cada uno de los eventos, se calcularon las probabilidades de transición entre los estados del modelo dividiendo por el número total de obesos o por el número total de personas con peso normal, según correspondiera. En la Tabla 1, se detallan las fuentes y los valores de estas probabilidades:

Tabla 1. Parámetros usados en el modelo de evaluación económica

Parámetro	Fuente de Origen	Valor
Probabilidad de padecer diabetes teniendo peso normal	Literatura ²⁷	0,007212405
Probabilidad de padecer diabetes siendo obeso	Literatura ²⁷	0,012261089
Probabilidad de padecer una enfermedad coronaria teniendo peso normal	Literatura ²⁸	0,00445269
Probabilidad de padecer una enfermedad coronaria siendo obeso	Literatura ²⁸	0,006679035
Probabilidad de padecer un cáncer colorrectal teniendo peso normal	Literatura ²⁹	0,000480046
Probabilidad de padecer un cáncer colorrectal siendo obeso	Literatura ²⁹	0,000768074
Probabilidad de padecer un cáncer de mama teniendo peso normal	Literatura ³⁰	0,000894154
Probabilidad de padecer un cáncer de mama siendo obeso	Literatura ³⁰	0,0011624
Probabilidad de padecer un ICTUS teniendo peso normal	Literatura ³¹	0,001748185
Probabilidad de padecer un ICTUS siendo obeso	Literatura ³¹	0,00227264

En cuanto a las probabilidades de muerte por cada una de las enfermedades consideradas, se buscaron en la literatura las tasas de mortalidad de cada una de ellas.

La probabilidad de morir por diabetes mellitus tipo 2 ha sido estimada a partir de la información sobre mortalidad a 5 años. A partir de este dato se realizó el método de conversión propuesto por Andrew Briggs en su libro “Decision Modelling for Health Economic Evaluation”. Utilizando este método, conocido como *método exponencial*, se convirtió la mortalidad a 5 años en una tasa a 1 año y en la probabilidad a 1 año. La probabilidad de morir por ICTUS y la probabilidad de morir por cáncer de mama se extrajeron del valor exacto de la literatura. En el caso de la probabilidad de morir por enfermedad coronaria, se extrajo de la literatura la mortalidad ajustada por sexo y, cada valor, se multiplicó por la correspondiente población total masculina y la población total femenina (INE)²⁶. El resultado obtenido se dividió por la población total española (INE)²⁶. Para la probabilidad de morir por cáncer colorrectal se procedió exactamente de la misma manera que en el caso anterior. En la Tabla 2, se muestran las fuentes de origen de cada una de las tasas de mortalidad extraídas y el valor final de las probabilidades:

Tabla 2. Parámetros usados en el modelo de evaluación económica (Probabilidades de muerte por enfermedad)

Parámetro	Fuente de Origen	Valor
Probabilidad de morir por diabetes	Literatura ³²	0,054740772
Probabilidad de morir por enfermedad coronaria	Literatura ³³	0,000357128
Probabilidad de morir por cáncer colorrectal	Literatura ²⁹	0,000144529
Probabilidad de morir por cáncer de mama	Literatura ³⁰	0,00029
Probabilidad de morir por ICTUS	Literatura ³⁴	0,0008862

La probabilidad de ser obeso al inicio del modelo se obtuvo a partir de la prevalencia de la obesidad infantil, estimada en un 13,9% en España². Se tomó el dato de la población infantil ya que se ha asumido que se entra en el modelo a partir de los cuatro años de edad.

En cuanto a la probabilidad de convertirse en obeso tras tener peso normal, y la probabilidad de permanecer en el estado de obeso, se utilizó la información del artículo de Wang et al.³⁵ en el que se separaban dichas probabilidades para dos grupos de edad (hasta los 29 años y más de 29 años de edad) que son expuestos en la Tabla 3.

Tabla 3. Parámetros usados en el modelo de evaluación económica (probabilidades de transición)

Parámetro	Fuente de Origen	Valor
Probabilidad de permanecer obeso siendo menor de 29 años	Literatura ³⁵	0,754
Probabilidad de permanecer obeso a partir de los 29 años	Literatura ³⁵	0,912
Probabilidad de pasar a obeso tras peso normal siendo menor de 29 años	Literatura ³⁵	0,098
Probabilidad de pasar a obeso tras peso normal a partir de los 29 años	Literatura ³⁵	0,393

A partir de estos valores, se obtuvo el riesgo relativo de intervenir frente a no intervenir cuyo resultado fue de 0,7697. Este valor de riesgo relativo se utilizó para calcular las probabilidades de pasar de peso normal a obeso y la probabilidad de permanecer obeso en la rama de intervenir. Con esto, se evitó añadir nuevas variables al modelo.

III.2.2. Costes

Los costes asociados a cada uno de los estados del modelo han sido estimados a partir de la literatura. Para cada uno de los estados del modelo se ha revisado la literatura científica en busca de estudios de evaluación económica que hubiesen utilizado, en modelos similares, los mismos estados de salud, con el objetivo de determinar el coste anual de permanecer en ese estado de salud. Se encontraron estudios en los cuales se había revisado la literatura para estimar los costes asociados a estos estados y se utilizaron sus estimaciones. La Tabla 4 presenta los valores de los costes usados en el modelo con las referencias de donde ha sido extraída la información.

Tabla 4. Costes asociados a los estados considerados en el modelo de evaluación económica

Parámetro	Fuente de Origen	Valor
Coste de padecer un cáncer colorrectal	Literatura ²⁹	16.582
Coste de padecer un cáncer de mama	Literatura ³⁰	7.015
Coste de padecer una enfermedad coronaria	Literatura ³⁶	11.513
Coste de padecer diabetes mellitus tipo II	Literatura ³⁷	1.305
Coste de padecer un ICTUS	Literatura ³⁸	14.596
Coste de ser obeso	Literatura ³⁹	133

III.2.3. Utilidades

La medida de efectividad seleccionada para este trabajo ha sido los años de vida ajustados por calidad (AVACs). Esta información se obtiene a partir del cuestionario genérico de calidad de vida EQ-5D. Se han considerado las utilidades para cada uno de los estados de salud definidos en el modelo.

Así el paciente va transitando de estado en estado y en cada ciclo del modelo se incrementa su utilidad total en función del estado en el que se encuentre. Para estimar las utilidades de cada uno de los estados se ha tenido que recurrir a la literatura científica. En la Tabla 5 , se muestran las fuentes y los valores de estas utilidades.

Tabla 5. Utilidades consideradas en el modelo de evaluación económica

Parámetro	Fuente de Origen	Valor
Utilidad de padecer diabetes	Literatura ⁴⁰	0,778
Utilidad de padecer una enfermedad coronaria	Literatura ⁴¹	0,59
Utilidad de padecer un cáncer colorrectal	Literatura ²⁹	0,5
Utilidad de padecer un cáncer de mama	Literatura ³⁰	0,3
Utilidad de padecer un ICTUS	Literatura ³⁸	0,4013
Utilidad de ser obeso	Literatura ⁴²	0,76
Utilidad de tener peso normal	⁴³	0,84

III.3 Descuentos

Dado que se modela un horizonte temporal de 70 años, es necesario aplicar descuentos tanto a costes como a efectos. Mediante estos descuentos se intenta representar las preferencias de los responsables de la toma de decisiones relativas a realizar un gasto económico (el que suponen las intervenciones) en la actualidad, frente a realizar el gasto en el futuro. Por esta razón los costes se van descontando un 3% anual, según el ciclo del modelo en el que se produzcan. Un razonamiento similar se hace para los resultados de salud. Sin embargo, en este caso se hace desde el punto de vista de los pacientes y sus preferencias a obtener resultados de salud inmediatamente o en un futuro.

En las últimas guías de evaluación económica publicadas recientemente⁴³, recomiendan la misma tasa de descuentos tanto a costes como a resultados de salud. Esta tasa es de un 3%, aunque en este trabajo se han evaluado tasas entre 0% y 3% para comprobar la sensibilidad del modelo a la tasa de descuento aplicada.

III.4 Análisis de sensibilidad probabilístico del modelo

En una evaluación económica, en la cual se usa un modelo matemático para describir una realidad, se utilizan parámetros como los expuestos

en los apartados metodológicos anteriores para obtener los resultados de éste. Sin embargo, tal y como se ha visto, estos parámetros pueden ser estimados mediante diversas metodologías y fuentes de información por lo que en realidad, no estamos aplicando sus verdaderos valores. El análisis de sensibilidad tiene por objeto intentar propagar, en la medida de lo posible, a los resultados, la incertidumbre en la que se ven envueltos estos parámetros. Para ello se han incorporado en el modelo, además de las estimaciones puntuales de cada uno de los parámetros, cualquier otra opción probable correspondiente a cada parámetro. Para su ejecución se ha utilizado un análisis multivariante y probabilístico mediante simulación de Monte Carlo de 2º orden, en el que se han supuesto distribuciones de probabilidades para cada uno de los parámetros que intervienen en el modelo. La Tabla 6 muestra las distribuciones de probabilidades que se han utilizado.

Tabla 6. Parámetros usados en el análisis de sensibilidad del modelo de evaluación económica

	Parámetro	Referencias	Media ± Error estándar	Distribución de probabilidades
Costes	Coste de ser obeso	³⁹	133,96 ± 20,42	Gamma
	Coste de padecer diabetes mellitus tipo 2	³⁷	1310,86 ± 201,62	Gamma
	Coste de padecer una enfermedad coronaria	³⁶	11533,32 ± 1724,93	Gamma
	Coste de padecer cáncer colorrectal	²⁹	16447,85 ± 2475,17	Gamma
	Coste de padecer cáncer de mama	³⁰	7048,87 ± 1062,24	Gamma
	Coste de padecer un ICTUS	³⁸	14692,94 ± 2142,64	Gamma
	Coste de la intervención	Supuesto	4,92 ± 2,92	Uniforme
Probabilidades	Probabilidad de ser obeso tras peso normal para menores de 29 años	³⁵	0,005 ± 0,0002	Beta
	Probabilidad de ser obeso tras peso normal a partir de los 29 años	³⁵	0,023 ± 0,001	Beta
	Probabilidad de permanecer obeso para menores de 29 años	³⁵	0,75 ± 0,05	Beta
	Probabilidad de permanecer obeso a partir de los 29 años	³⁵	0,89 ± 0,03	Beta

Tabla 6. Parámetros usados en el análisis de sensibilidad del modelo de evaluación económica

	Parámetro	Referencias	Media ± Error estándar	Distribución de probabilidades
	Probabilidad de padecer diabetes mellitus tipo 2 teniendo peso normal	27	0,007 ± 0,001	Beta
	Probabilidad de padecer diabetes mellitus tipo 2 siendo obeso	27	0,012 ± 0,001	Beta
	Probabilidad de padecer una enfermedad coronaria teniendo peso normal	28	0,004 ± 0,0006	Beta
	Probabilidad de padecer una enfermedad coronaria siendo obeso	28	0,006 ± 0,001	Beta
	Probabilidad de padecer cáncer colorrectal teniendo peso normal	29	0,0004 ± 0,00007	Beta
	Probabilidad de padecer cáncer colorrectal siendo obeso	29	0,0007 ± 0,0001	Beta
	Probabilidad de padecer cáncer de mama teniendo peso normal	30	0,0008 ± 0,0001	Beta
	Probabilidad de padecer cáncer de mama siendo obeso	30	0,001 ± 0,0001	Beta
	Probabilidad de padecer un ICTUS teniendo peso normal	31	0,0017 ± 0,00025	Beta
	Probabilidad de padecer un ICTUS siendo obeso	31	0,0022 ± 0,0003	Beta
Utilidades	Utilidad de peso normal	43	0,84 ± 0,11	Beta
	Desutilidad de ser obeso	42	0,069 ± 0,005	Uniforme
	Utilidad de padecer diabetes mellitus tipo 2	40	0,77 ± 0,11	Beta
	Utilidad de padecer una enfermedad coronaria	41	0,59 ± 0,08	Beta
	Utilidad de padecer cáncer colorrectal	29	0,50 ± 0,07	Beta
	Utilidad de padecer cáncer de mama	30	0,30 ± 0,04	Beta
	Utilidad de padecer un ICTUS	38	0,40 ± 0,06	Beta
Otros	Duración de la intervención	Supuesto	19,90 ± 3,96	Normal
	Riesgo relativo de pasar de peso normal a obeso de intervenir frente a no intervenir	Supuesto	0,95 ± 0,02	Uniforme

Se ha realizado un análisis de sensibilidad de dos vías de modo probabilístico sobre los dos parámetros que definen la intervención, es decir, el riesgo relativo de intervenir frente a no intervenir y el coste de la

intervención. Para ello se han seleccionado valores entre 0,975 y 1 para el riesgo relativo y valores entre 0,5€ y 10€ por infante y año, para el coste de la intervención. A partir de cada par de valores de riesgo relativo-coste, se fijan en las variables del modelo estos valores y se hacen variar el resto mediante simulación de Monte Carlo de 2º orden. Al realizar este análisis, se tiene en cuenta como pueden afectar las variaciones del resto de parámetros a los resultados del modelo cuando se varían los costes y/o el riesgo relativo de la intervención. Una vez ejecutadas todas simulaciones del modelo, se ha decidido representar los resultados creando tablas en las que en cada celda se expone tanto la probabilidad de acertar en la decisión de implantar la intervención como el valor esperado de la información perfecta de tomar la decisión, dada una disponibilidad a pagar. El valor esperado de la información perfecta queda representado numéricamente y las probabilidades según la gama de colores de la Tabla 7.

Tabla 7. Gama de colores usada para representar las probabilidades obtenidas a partir de las curvas de aceptabilidad calculadas

0%-10%	10%-20%	20%-30%	30%-40%	40%-50%	50%-60%	60%-70%	70%-80%	80%-90%	90%-100%

Además del análisis de sensibilidad de dos vías descrito en el párrafo anterior, se ha realizado un análisis de sensibilidad probabilístico multivariante para todos los parámetros del modelo donde se han supuesto distribuciones de probabilidades uniformes para los parámetros de riesgos relativos y costes de la intervención descritos en la tabla 6. Además se ha supuesto una distribución normal para la duración del efecto de la intervención. Una vez ejecutadas las simulaciones de Monte Carlo de 2º orden, se han obtenido los pares de soluciones coste-efectividad de cada una de las simulaciones. Estos pares de soluciones han sido representados gráficamente en el plano de coste-efectividad, con el objetivo de tener una idea de la eficiencia de las posibles intervenciones.

Posteriormente se ha calculado la curva de aceptabilidad, para estimar las probabilidades de tomar la decisión correcta según la disponibilidad a pagar, es decir, la cantidad que está dispuesto a invertir un decisor por cada unidad de resultado, esto es, por cada año de vida ganado por la población o por cada AVAC.

Por otro lado, con el fin de conocer los parámetros que están causando mayor variabilidad en los resultados del modelo y siguiendo la metodología propuesta por Andrew Briggs⁴⁴, se han aplicado modelos

ANCOVA a los resultados de las simulaciones de Monte Carlo, modelando como variable dependiente los resultados del beneficio neto sanitario del modelo de Markov, fijando como valor de la disponibilidad a pagar 30.000 €/AVAC. Así podemos obtener los tantos por ciento de la variabilidad de costes y efectos explicados por cada uno de los parámetros del modelo. La ventaja de esta metodología, frente a los análisis de sensibilidad de una vía no probabilísticos, es que para cada parámetro fijado se tienen en cuenta las variaciones en el resto de parámetros del modelo.

Por último, para dar una medida cuantitativa de la incertidumbre existente en las estimaciones de las soluciones del modelo, que son debidas a la incertidumbre de las estimaciones de sus parámetros, se ha calculado el valor esperado de la información perfecta (VEIP) mediante la metodología propuesta por Clark Klaxton⁴⁵. De este modo, se obtiene el coste de oportunidad correspondiente a tomar una decisión con el actual nivel de incertidumbre. Para ello se ha usado un multiplicador poblacional que se ha calculado teniendo en cuenta que la población objetivo de esta intervención es toda la población española escolarizada entre 4 y 16 años de edad. Se ha acudido a la última explotación del padrón municipal publicada por el INE²⁶, obteniendo un tamaño poblacional de 5.784.361 de infantes.

Una vez estimado este coste de oportunidad, el decisor podría optar por invertir esa cantidad en un nuevo estudio, por medio del cual se obtuviese información más precisa acerca de los parámetros que intervienen en el modelo, siempre y cuando este coste de oportunidad fuese suficientemente grande como para financiar el mencionado nuevo estudio. En caso de que el coste de oportunidad no fuera suficiente para financiar el nuevo estudio, podría asumirse que la información es suficientemente buena y precisa como para tomar decisiones a partir de ella.

IV. Resultados

La Tabla 8 muestra los resultados del análisis de sensibilidad de dos vías realizado sobre los resultados (riesgo relativo) y los costes de la intervención, para una disponibilidad a pagar de 10.000€/AVAC y un descuento del 3%. Se observa que si la supuesta intervención previene o corrige sólo a un 0,1% de la población infantil y su coste anual por infante supera los 2€, la decisión es clara y debe ser no adoptar la intervención. A medida que la intervención es más efectiva puede aumentar el coste anual por infante, sin embargo, aunque el porcentaje de infantes prevenidos y/o corregidos de obesidad alcance un 2,5%, siendo éste un porcentaje muy alto atendiendo a los resultados que se manejan en la literatura (véase Wang et al.³⁵ como ejemplo), el coste de la intervención no debería superar los 4€ por infante y año. En este caso, se alcanzarían probabilidades entre un 80%-90% y el coste de oportunidad en el que se podría incurrir al tomar la decisión de implantar la intervención superaría los 7,5 millones de euros. Si atendemos a unos resultados de prevención/corrección de un 1,5%, el coste anual por infante dedicado a la intervención no debería superar los 2€ para que la decisión fuese la de implantar la intervención.

Tabla 8. Resultados de probabilidades y VEIP para una disponibilidad a pagar de 10.000€/AVAC y un descuento del 3%

Coste / RR	0,5 €	1 €	2 €	3 €	4 €	10 €
0,975	0 €	0 €	62.669€	1.754.722€	7.645.574€	36.347.811€
0,98	0 €	0 €	250.675€	4.637.479€	17.296.545€	16.293.846€
0,985	0 €	539€	1.316.041€	12.345.722€	36.285.143€	4.136.130€
0,99	0 €	62.669€	8.021.586€	32.838.367€	18.988.598€	376.012€
0,995	37.601€	3.384.107€	9.149.621€	1.754.722€	814.692€	0 €
0,999	1.065.367€	62.669€	0 €	0 €	0 €	0 €

La Tabla 9 muestra los resultados del análisis de sensibilidad de dos vías sobre los resultados (riesgos relativos) y los costes de la intervención, para una disponibilidad a pagar de 20.000€/AVAC y un descuento del 3%. Cuando la disponibilidad a pagar por las autoridades

sanitarias es de 20.000€/AVAC y los resultados de corrección/prevención de obesidad infantil, es decir, del riesgo relativo de intervenir frente no intervenir, son de un 1,5% y el coste anual por infante dedicado a la intervención no supera los 2€, tenemos probabilidades superiores al 90% de acertar en la decisión de implantar la intervención, además esta probabilidades se alcanzan a coste de oportunidad cero. Sin embargo aunque los resultados de la intervención superen el 2,5% de prevención/corrección, el coste anual por infante no debería de alcanzar los 10€, ya que se estaría incurriendo en un coste de oportunidad de más de 55 millones de euros.

Tabla 9. Resultados de probabilidades y VEIP para una disponibilidad a pagar de 20.000€/AVAC y un descuento del 3%

Coste / RR	0,5 €	1 €	2 €	3 €	4 €	10 €
0,975	0 €	0 €	0 €	3.760 €	125.337 €	55.023.066 €
0,98	0 €	0 €	0 €	62.669 €	940.030 €	91.621.552 €
0,985	0 €	0 €	0 €	564.018 €	3.196.101 €	66.992.776 €
0,99	0 €	0 €	188.006 €	4.198.799 €	18.111.237€	14.413.787 €
0,995	0 €	125.337 €	8.773.610 €	26.007.486 €	14.351.119 €	564.018 €
0,999	4.386.805 €	1.817.391 €	37.601€	3.133 €	0 €	0 €

La Tabla 10 muestra los resultados del análisis de sensibilidad de dos vías sobre los resultados y los costes de la intervención, para una disponibilidad a pagar de 30.000€/AVAC y un descuento del 3%. En este caso, cualquier intervención que supere el 1% de prevención/corrección de la obesidad sobre no intervenir, siempre y cuando no incurra en un coste superior a los 2 € por infante y año, debería ser implementada, ya que la probabilidad de acertar en la decisión supera el 90% y no se incurre en ningún coste de oportunidad. Si el coste por infante y año alcanza los 4 €, el porcentaje de reducción/prevención supera el 1,5% y se decide implantar la intervención, entonces, la probabilidad de acertar en la decisión sigue superando el 90% aunque el coste de oportunidad en el que se podría incurrir asciende a 250.675 €. Este coste de oportunidad debería ser invertido en un nuevo estudio que intentase disipar, en la medida de lo posible, la incertidumbre que envuelve la decisión de implantar o no la supuesta intervención. Cuando los costes de intervención alcanzan o

superan los 10 € por infante y año la incertidumbre en la decisión es bastante más alta.

Tabla 10. Resultados de probabilidades y VEIP para una disponibilidad a pagar de 30.000€/AVAC y un descuento del 3%

Coste / RR	0,5 €	1 €	2 €	3 €	4 €	10 €
0,975	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	12.032.379 €
0,98	0 €	0 €	0 €	0 €	25.067 €	27.198.190 €
0,985	0 €	0 €	0 €	0 €	250.675 €	70.000.871 €
0,99	0 €	0 €	0 €	376.012 €	3.697.450 €	65.426.060 €
0,995	0 €	6.267 €	1.754.722 €	16.356.515 €	43.241.362 €	4.700.148 €
0,999	1.316.041 €	7.520.237 €	689.355 €	125.337 €	50.135 €	0 €

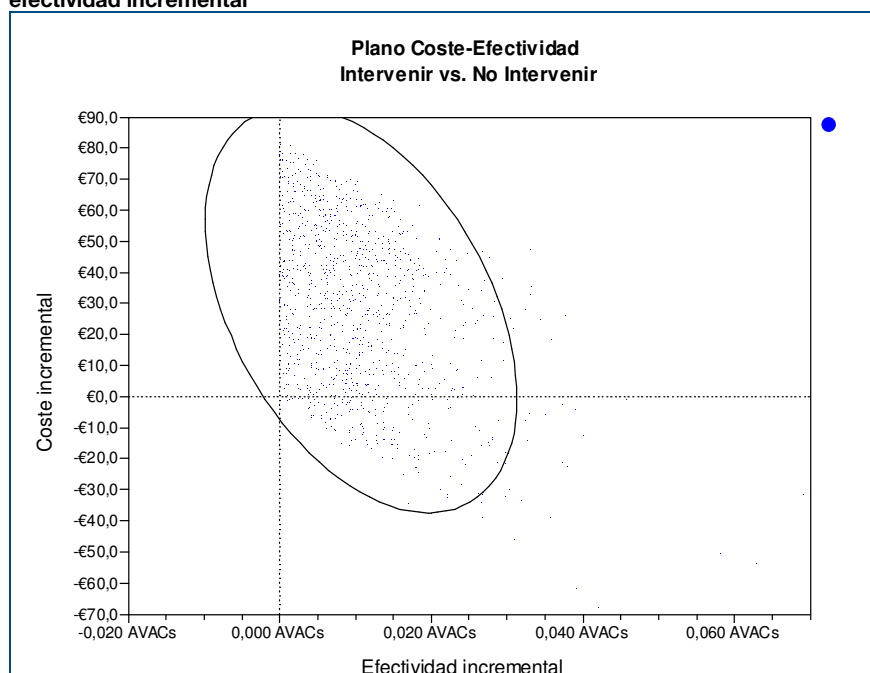
La Tabla 11 muestra los resultados del análisis de sensibilidad de dos vías sobre los resultados y los costes de la intervención, para una disponibilidad a pagar de 30.000€/AVAC y un descuento del 0%. Se ha calculado la tabla anterior pero sin aplicar tasa de descuento con el fin de ver el impacto del descuento en los resultados del modelo. Se observa que las probabilidades no cambian mucho respecto a aplicar una tasa de descuento del 3%, aunque para el caso de que el coste de la intervención sea de 10€ anuales por infante, las probabilidades disminuyen. Esto es debido a que se están suponiendo intervenciones cuya duración es de 13 años, que es, actualmente, el periodo de escolarización obligatoria en España, y hay bastante diferencia entre invertir el coste de 13 años de intervención de una vez, o ir descontando un 3% cada año. Por tanto, esta diferencia se verá incrementada a medida que se incremente el coste anual de la intervención.

Tabla 11. Resultados de probabilidades y VEIP para una disponibilidad a pagar de 30.000€/AVAC y un descuento del 0%

Coste / RR	0,5 €	1 €	2 €	3 €	4 €	10 €
0,975	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	18.799.173 €
0,98	0 €	0 €	0 €	0 €	173.531 €	45.696.452 €
0,985	0 €	0 €	0 €	173.531 €	809.811 €	107.242.053 €
0,99	0 €	0 €	23.137 €	1.677.465 €	7.924.575 €	51.943.562 €
0,995	0 €	17.353 €	3.499.538 €	23.143.228 €	52.637.685 €	2.718.650 €
0,999	1.966.683 €	6.420.641 €	543.730 €	34.706 €	0 €	0 €

La Figura 2 muestra el plano coste-efectividad incremental de intervenir frente a no intervenir. En este gráfico se representan los resultados de las simulaciones de Monte Carlo. Como se aprecia en la gráfica, es más probable que la intervención sea más costosa a largo plazo, ya que hay más puntos por encima del eje de abscisas, pero siempre va a ser más efectiva que no intervenir. Aún así, el beneficio de salud que se obtiene a largo plazo alcanza su valor máximo en 0,06 AVACs, y el máximo del coste incremental alcanza tan sólo 80 € / infante, durante toda la vida de éste. Para el punto donde se alcanza el máximo beneficio de salud (0,06 AVACs aproximadamente) se tiene un coste incremental de -60 € aproximadamente. Estas cantidades supondrían una ratio coste efectividad incremental de -1.000 €/AVAC. Sin embargo, la ratio coste-efectividad media de todas las simulaciones es de 2.364 €/AVAC.

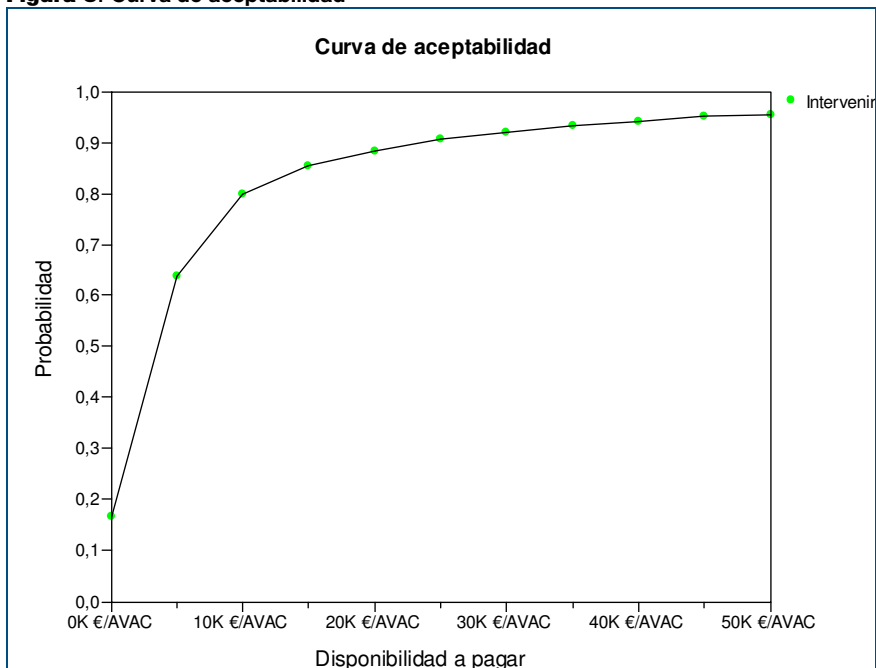
Figura 2. Resultados de las simulaciones de Monte Carlo en el plano coste efectividad incremental



La Figura 2 muestra la curva de aceptabilidad incremental de intervenir frente a no intervenir. Como se puede observar, a partir de una disponibilidad a pagar de 10.000 €/AVAC las probabilidades de acertar

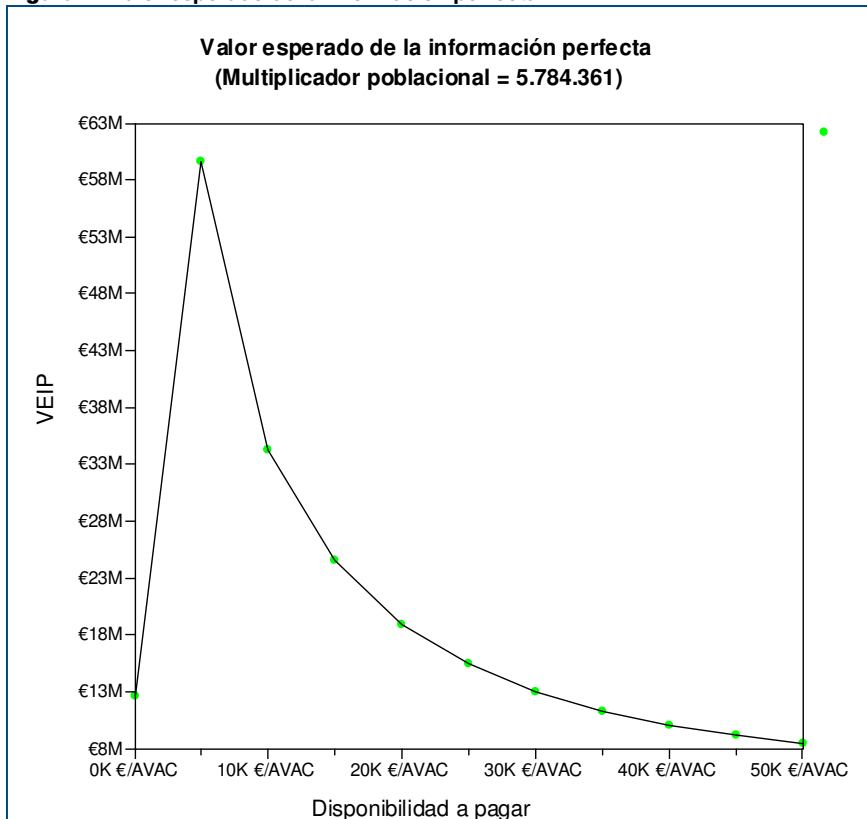
implantando la intervención superan el 80%. Cuando la disponibilidad a pagar supera los 30.000 €/AVAC, las probabilidades superan el 90%.

Figura 3. Curva de aceptabilidad



La Figura 4 muestra el valor esperado de la información perfecta según distintas disponibilidades a pagar por parte de las administraciones sanitarias. Se observa que para una disponibilidad a pagar de 10.000 €/AVAC, donde la decisión sería la de implantar la supuesta intervención, el coste de oportunidad en el que se podría incurrir alcanza aproximadamente los 30 millones de euros. A medida que se incrementa la disponibilidad a pagar por las administraciones sanitarias, este coste de oportunidad disminuye, alcanzando unos 10 millones cuando la disponibilidad a pagar es de 30.000 €/AVAC.

Figura 4. Valor esperado de la información perfecta



La Tabla 12 muestra el porcentaje que cada parámetro explica de la variabilidad en los resultados del modelo. El parámetro que mejor explica la variabilidad en los resultados es el riesgo relativo de intervenir frente a no intervenir aplicado a las probabilidades de pasar de peso normal a obeso o de permanecer obeso cuando se es obeso. Este parámetro explica el 47% de la variabilidad en los resultados. Además, otro parámetro importante es la probabilidad de permanecer obeso en edades mayores de 29 años, cuando se es obeso con edades inferiores a 29 años. Este parámetro explica el 28% de la variabilidad en los resultados del modelo. Por último, la duración del efecto de la intervención es también importante aunque en menor medida que los anteriores, explicando un 4% de la variabilidad en los resultados.

Tabla 12. Porcentajes de la variabilidad de los resultados explicada por cada uno de los parámetros del modelo

Distrib. de la probabilidad de obeso tras peso normal para menores de 29	0,0158%
Distrib. de la probabilidad de obeso tras peso normal para mayores de 29	0,0774%
Distrib. de la probabilidad de obeso tras obeso para menores de 29	28,0963%
Distrib. de la probabilidad de obeso tras obeso para mayores de 29	0,0068%
Distrib. del coste de padecer un cáncer colorrectal	0,0026%
Distrib. del coste de padecer un cáncer de mama	0,0002%
Distrib. del coste de padecer una enfermedad coronaria	0,0067%
Distrib. del coste de padecer diabetes mellitus tipo 2	0,0177%
Distrib. del coste de padecer un ICTUS	0,0970%
Distrib. del coste de ser obeso	0,0051%
Distrib. de la utilidad de padecer un cáncer de colon	0,0577%
Distrib. de la utilidad de padecer cáncer de mama	0,0190%
Distrib. de la utilidad de padecer una enfermedad coronaria	0,0003%
Distrib. de la utilidad de tener peso normal	0,4807%
Distrib. de la utilidad de padecer diabetes mellitus tipo 2	0,3687%
Distrib. de la utilidad de padecer un ICTUS	0,0307%
Distrib. de la utilidad de ser obeso	0,6257%
Distrib. de la probabilidad de padecer cáncer colorrectal teniendo peso normal	0,0000%
Distrib. de la probabilidad de padecer un cáncer colorrectal siendo obeso	0,5686%
Distrib. de la probabilidad de padecer un cáncer de mama teniendo peso normal	0,4842%
Distrib. de la probabilidad de padecer un cáncer de mama siendo obeso	0,0005%
Distrib. de la probabilidad de padecer una enfermedad coronaria teniendo peso normal	0,0018%
Distrib. de la probabilidad de padecer una enfermedad coronaria siendo obeso	0,2922%
Distrib. de la probabilidad de padecer diabetes teniendo peso normal	0,5075%
Distrib. de la probabilidad de padecer diabetes siendo obeso	0,0183%
Distrib. de la probabilidad de padecer un ICTUS teniendo peso normal	0,0445%
Distrib. de la probabilidad de padecer un ICTUS siendo obeso	0,0021%
Distrib. de la duración de la intervención	4,0245%
Distrib. de probabilidad del coste de la intervención	1,1910%
Distrib. de probabilidad del riesgo relativo de pasar de peso normal a obeso de intervenir frente a no intervenir	47,0526%

V. Discusión

En este estudio se ha realizado una evaluación económica para comparar, en términos de costes y de efectividad, una posible intervención de salud pública para prevenir y corregir la obesidad frente a no implantar ninguna intervención.

Para ello se ha desarrollado un modelo de Markov en el cual se ha modelizado la vida de las personas según hayan sido intervenidas o no. Dado que, desde un punto de vista metodológico, es prácticamente imposible modelizar todos los aspectos de la vida de las personas, se ha decidido simplificar la realidad de modo que sólo se han representado en el modelo 8 estados de salud posibles. Estos 8 estados corresponden a los estados de peso normal, obeso, los estados correspondientes a 5 enfermedades asociadas a la obesidad con mayor morbimortalidad²⁵ y el estado muerte.

Con este modelo se ha pretendido estimar cuáles deberían ser los resultados de efectividad y cuáles deberían los costes de una intervención de salud pública para prevenir y corregir la obesidad, de tal forma que esta intervención sea eficiente, es decir, que tenga una relación de coste-efectividad mejor que la de no intervenir .

Este estudio no se ha centrado en ninguna intervención en particular debido a dos razones principales. Una de ellas es que no ha sido viable conseguir datos sobre efectividad o costes de las intervenciones que se están llevando a cabo en España. La otra de las razones viene determinada por el tipo de intervención que se está analizando. Este tipo de intervenciones son intervenciones que intentan incidir sobre la conducta de la personas, incitándoles a seguir hábitos de vida saludables, como hacer ejercicio regularmente y seguir dietas adecuadas. Por ello el entorno en el que se implanta una intervención de este tipo puede tener un gran impacto sobre sus resultados^{46,47}, debido a que hay posibles diferencias étnicas o culturales en los hábitos alimenticios, de ocio y actividad física, así como en las actitudes de las personas hacia la obesidad y su relación con la salud. Es por esto por lo que no se ha encontrado razonable utilizar los resultados de efectividad de intervenciones encontradas en la literatura^{25,35,10-17}. Por ello este estudio se centra en buscar o establecer el punto de corte, basado en términos de coste y efectividad, en el que una intervención de salud pública para prevenir y corregir la obesidad es eficiente o no.

Los resultados de este estudio se muestran para diferentes valores de disponibilidad a pagar por parte del financiador público y para diferentes descuentos con el objetivo de que diferentes decisores tengan información suficiente para tomar una decisión en base a su presupuesto, su preferencia y/o su aversión al riesgo.

En general, los resultados obtenidos en el presente trabajo son poco favorables acerca de decidir implantar este tipo de intervenciones. Teniendo en cuenta los valores recomendados en la literatura para la disponibilidad a pagar y para los descuentos⁴⁴, los valores de las probabilidades de las diferentes curvas de aceptabilidad nunca superan el 90%, incluso suponiendo riesgos relativos de un 2,5% de reducción en la probabilidad de convertirse en obeso debidos a la intervención, y con costes de intervención de unos 10€ por infante y año. A esto hay que añadir la incertidumbre sobre los parámetros del modelo, con el coste de oportunidad por persona intervenida causado por tomar la decisión de intervenir.

Se pueden encontrar en la literatura otros trabajos que han estudiado este campo^{35,10-17}, sin embargo, todos ellos analizan una intervención concreta o varias al mismo tiempo en algunos casos. Existen varios problemas que son comunes a casi todos estos trabajos, uno de ellos es el horizonte temporal seleccionado para el modelo, y el otro es que el uso de los resultados del estudio a corto plazo se asumen para el largo plazo, siendo esto un gran error como ya comenta Haby et al en 2006⁴⁸. Además muchos de los estudios muestran sus resultados como coste por reducción de índice de masa corporal, por kilogramo prevenido o como coste por años de vida ajustados por discapacidad^{5,22} y utilizando una perspectiva social en sus estimaciones de costes. Esto hace que la comparabilidad con este estudio se haga compleja. De cualquier forma, y como se ve en los resultados mostrados por los diversos estudios publicados en la literatura, hay aún un gran debate abierto sobre la eficiencia a largo plazo de este tipo de intervenciones. Estudios como los publicados por Li Yang Wang et al en 2003 y 2008^{35,49} muestran resultados favorables a intervenir. En su modelo de 2003, Wang extiende los resultados de la intervención a todo el horizonte temporal del estudio y en 2008 su horizonte temporal es el corto plazo, lo que limita la validez de sus resultados.

La ventaja del presente estudio frente a la mayoría de éstos, es el uso de un modelo más adecuado para la modelización a largo plazo de este tipo de intervenciones, además de tratar de corregir el problema de suponer el mismo efecto de intervención a lo largo de toda la vida de los sujetos intervenidos. Para esto último, se ha supuesto una duración

determinada del efecto de la intervención, a partir de la cual las probabilidades de transición entre los estados de peso normal y obeso se rigen según la historia natural de este problema metabólico.

Una de las limitaciones de este estudio y quizá la más importante, es debida al largo horizonte temporal usado para el análisis. El modelar con datos procedentes de la literatura, hace que se estimen parámetros desde fuentes de calidades no homogéneas. Además estas estimaciones pueden llegar a ser inconsistentes en algunos de los casos, por lo que necesitan ajustes y supuestos para alcanzar consistencia.

Otro de los supuestos del modelo que puede limitar la validez de los resultados, es el hecho de disponer en el modelo de un sólo parámetro que represente la efectividad de la intervención, y así poder realizar los análisis de sensibilidad de dos vías probabilísticos sobre los costes y la efectividad. Este parámetro de efectividad se ha modelado como el riesgo relativo de pasar de un estado de peso normal a un estado de obeso y a su vez, este mismo riesgo relativo es el que se aplica a las probabilidades de pasar de un estado de obesidad a un estado de peso normal, es decir, que se supone el mismo efecto de la intervención tanto para no llegar a ser obeso como para dejar de ser obeso.

Además, hay que destacar que se ha supuesto una duración del efecto de la intervención, es decir, un momento en el tiempo a partir del cual la efectividad de la intervención desaparece. Existe una incertidumbre absoluta acerca del valor de este punto de corte donde el efecto de la intervención desaparece, por lo que se ha supuesto una distribución normal para este punto de corte temporal.

Por último, no se deben perder de vista las limitaciones debidas a la metodología usada, ya que cuando se modela una enfermedad, se hace mediante una representación simplificada de la realidad, como en este caso, donde sólo se han contemplado 5 enfermedades que tienen mayor incidencia para obesos que para no obesos. Por tanto, no se están contemplando todos los aspectos que podrían contribuir a los resultados finales de efectividad y costes. No obstante, esta limitación es compartida por todos los ejercicios de modelización, y se intenta hacer frente abordándola en el análisis de sensibilidad.

VI. Conclusiones

A la luz de los resultados mostrados en este estudio, se puede decir que las intervenciones de salud pública para prevenir/corregir la obesidad infantil que se pudiesen implantar de forma eficiente a largo plazo, son intervenciones de bajo coste, es decir, intervenciones que no superen en ningún caso los 5 € por sujeto intervenido y año de intervención; siempre y cuando sus resultados superen el 2% de prevención/corrección sobre no intervenir. Aunque observando en las tablas mostradas, la incertidumbre que envuelve cada decisión para cada caso concreto de intervención, parece evidente la necesidad de realizar ensayos que proporcionen estimaciones fiables de los parámetros del modelo.

VII. Recomendaciones

Antes de implantar de forma universal intervenciones de salud pública para prevenir/corregir la obesidad infantil debemos atender a varias cuestiones. Es de vital importancia realizar un piloto (Ensayo clínico aleatorizado) de estas intervenciones para medir los resultados tanto de efectividad como de costes de intervención. Una vez se haya medido esta información, se estará en disposición de hacer uso de la información presentada en el presente informe para tomar decisiones teniendo en cuenta la eficiencia que podrían reportar estas intervenciones.

No se justifica la implantación universal de ninguna intervención de la cual no hayan sido medidos al menos sus resultados de efectividad, y más razonablemente, sus resultados conjuntos de coste-efectividad. Estos últimos son lo que deben guiar la toma de decisiones, para poder asignar los recursos de los que se disponen de la mejor manera posible maximizando los resultados de salud de la población.

Contribución de los autores y revisores externos

- *Juan Manuel Ramos Goñi*. Servicio de Evaluación del Servicio Canario de la Salud – Contribución realizada: Ha participado en las fases de diseño, revisión de la literatura, análisis de los datos, interpretación de resultados y redacción del informe.
- *Cristina Valcárcel Nazco*. Servicio de Evaluación del Servicio Canario de la Salud – Contribución realizada: Ha participado en las fases de diseño, revisión de la literatura, análisis de los datos, interpretación de resultados y redacción del informe.

Revisores externos

- *Alberto Armas Navarro*. Médico Especialista en Medicina Preventiva y Salud Pública. Dirección General de Salud Pública. Servicio Canario de la Salud.
- *Lluís Serra Majem*. Catedrático de Medicina Preventiva y Salud Pública. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.
- *José Manuel Rodríguez Barrios*. HE&R Director EMEA region at OCD. Johnson & Johnson

Bibliografía

1. María José López-Villalta Lozano. Actualización en Obesidad. Cad Aten Primaria 2010;17:101-107.
2. Arranceta-Bartina J, Serra-Majem L, Foz-Sala M, Moreno Esteban B, Grupo Colaborativo SEEDO. Prevalencia de obesidad en España. Med Clin (Barc) 2005;125(12):460-6.
3. Organización Mundial de la Salud. Obesidad y Sobrepeso. Nota descriptiva núm. 311, Mayo 2012. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs311/es/index.html>
4. Quiles Izquierdo J, Pérez Rodrigo C, Serra Majem L, Román B, Aranceta J. Situación de la obesidad en España y estrategias de intervención. Rev Esp Nutr Comunitaria 2008;14(3):142-149.
5. Oliva J. Obesidad y calidad de vida relacionada con la salud. Documentos de trabajo. Departamento de Análisis Económico y Finanzas. Universidad de Castilla-La Mancha. DT-DAEF 2009/3.
6. Timothy J Key, Naomi E Allen, Elizabeth A Spencer, Ruth C Travis. The effect of diet on risk of cancer. Lancet 2002;360:861-68
7. Ministerio de Sanidad y Consumo. Estrategia para la nutrición, actividad física y prevención de la obesidad. Programa PERSEO. Disponible en: <http://www.perseo.aesan.mspes.es/>
8. Armas Navarro A, Barres Giménez C, Suárez López de Vegara R.G.. Estrategia poblacional para la prevención de la obesidad en la Comunidad Autónoma de Canarias. Proyecto Delta de educación nutricional y actividad física. Can Ped Volumen 33, nº 2.
9. J.B. Connelly, M.J. Duaso, G. Butler. A systematic review of controlled trials of interventions to prevent childhood obesity and overweight: A realistic synthesis of the evidence. Public Health (2007)121,510-517.
10. Vandongen R, Jenner DA, Thompson C, Taggart AC, Spickett EE, Burke V, et al. A controlled evaluation of a fitness and nutrition intervention program on cardiovascular health in 10 to 12 year old children. Prev Med 1995;24:9-22

11. Robinson TN. Reducing children's television viewing to prevent obesity: a randomised controlled trial. *JAMA* 1999;282:1561-7
12. Flores R. Dance for health: improving fitness in African American and Hispanic adolescents. *Public Health Rep* 1995;110:189-93
13. Mo-suwan L, Pongprapai S, Junjana C, Puetpaiboon A. Effects of a controlled trial of a school-based exercise program on the obesity indexes of preschool children. *Am J Clin Nutr* 1998;68:1006-11
14. Gortmaker SL, Peterson K, Wiecha J, Sobol AM, Dixit S, Fox MK, et al. Reducing obesity via a school-based interdisciplinary intervention among youth. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1999;153:409-18
15. Sallis JF, McKenzie TL, Conway TL, Elder JP, Prochaska JJ, Brown M, et al. Environmental interventions for eating and physical activity. A randomized controlled trial in middle school. *Am J Prev Med* 2003;24:209-17
16. James J, Thomas P, Cavan D, Kerr D. Preventing childhood obesity by reducing consumption of carbonated drinks: cluster randomised controlled trial. *BMJ* 2004;328:1237
17. Fitzgibbon ML, Stolley MR, Schiffer L, Van Horn L, Kaufer Christoffel K, Dyer A. Two-year follow-up results for hip-hop to health jr:a randomized controlled trial for overweight prevention in preschool minority children. *J Pediatr* 2005;146:618-25
18. Tatiana Andreyeva, Roland Sturm, Jeanne S. Ringel. Moderate and Severe Obesity Have Large Difference in Health Care Costs. *Obes Res* 2004;12:1936-1943.
19. B. Swinburn, T. Ashton, J. Gillespie, B. Cox, A. Menon, D. Simmons, J. Birkbeck. Health care costs of obesity in New Zealand. *Obes Relat Metab Disord* 1997 Oct;21(10):891-6.
20. B. Detournay, F. Fagnani, M. Phillippo, C. Pribil, MA. Charles, C. Sermet, A. Basdevant, E. Eschwège. Obesity morbidity and health care costs in France: an analysis of the 1991-1992 Medical Care Household Survey. *International Journal of Obesity* (2000)24,151-155.
21. William H. Dietz. Health Consequences of Obesity in Youth: Childhood Predictors of Adult Disease. *Pediatrics* 1998;101:518-525.

22. Whitaker RC, Wright JA, Pepe MS, Seidel KD, Dietz WH. Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. *N Engl J Med* 1997 Sep 25;337(13):869-73.
23. Summerbell CD, Waters E, Edmunds LD, Kelly S, Brown T, Campbell KJ. Interventions for preventing obesity in children. The cochrane database of systematic reviews 2005, Issue 3. Chichester: Wiley; 2005
24. Torres Lana A, Morales Núñez A, Ramallo Fariña Y, Ramos-Goñi JM, Linertová R, Duque González B, León González E. Evaluación de una intervención sobre tabaquismo en enseñanza secundaria. Programa ITES. Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud del Ministerio de Sanidad y Política Social. Servicio de Evaluación del Servicio Canario de la Salud; 2010. Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias: SESCS N° 2007/07.
25. Larissa Roux, Michael Pratt, Tammy O. Tengs, Michelle M. Yore, Teri L. Yanagawa, Jill Van Den Bos, Candace Rutt, Ross C. Brownson, Kenneth E. Powell, Gregory Heath, Harold W. Kohl III, Steven Teutsch, John Cawley, I-Min Lee, Linda West, David M. Buchner. Cost Effectiveness of Community-Based Physical Activity Interventions. *Am J Prev Med* 2008;35(6).
26. Instituto Nacional de Estadística (INE). <http://www.ine.es/>
27. Vázquez J. A., Gaztambide S., Soto-Pedre E. Estudio prospectivo a 10 años sobre la incidencia y factores de riesgo de la diabetes mellitus tipo 2. *Med Clin* 2000;115:534-9.
28. Luis Tomás Abadal, Cristina Varas Lorenzo, Iñaki Pérez, Teresa Puig, Ignacio Balaguer Vintró. Factores de riesgo y morbi-mortalidad coronaria a los 28 años de seguimiento de una cohorte con baja incidencia de la enfermedad: el estudio de MANRESA. *Rev Esp Salud Pública* 2004;78:229-241.
29. López Bastida J, Sassi F, Bellas Beceiro B, García Pérez, L. Análisis coste-efectividad del cribado del cáncer colorrectal en la población general. Madrid: Plan de Calidad para el SNS del MSC. Servicio de Evaluación del Servicio Canario de la Salud; 2009. Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias: SESCS N° 2006/23.
30. López Bastida J, Bellas Beceiro B, García Pérez L. Análisis coste-efectividad del cribado del cancer de mama mediante mamografía en diferentes grupos de edad (40 a 49, 50 a 69 y 70 a 75). Madrid: Plan Nacional para el SNS del MSC. Servicio de Evaluación del

- Servicio Canario de la Salud; 2008. Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias: SESCO N° 2006/09.
31. Abadal LT, Puig T, Balanguer Vintró I. Incidence, mortality and risk factors for stroke in the Manresa Study: 28 years of follow-up. *Rev Esp Cardiol* 2000;53:15-20.
 32. Brian J. Wells et al. Predicting 6 years mortality risk in patients with type 2 diabetes. *Diabetes Care* 31:2301-2306,2008.
 33. Hugh Tunstall-Pedoe. Contribution of trends in survival and coronary-event rates to changes in coronary heart disease mortality: 10-year results from 37 WHO MONICA Project populations. *Lancet* 1999; 353:1547-57.
 34. Estrategia en ICTUS del Sistema Nacional de Salud. Sanidad 2009. Ministerio de Sanidad y Política Social.
 35. Li Yang Wang, Quanhe Yang, Richard Lowry, Howell Wechsler. Economic Analysis of a School-Based Obesity Prevention Program. *Obes Res.* 2003;11:1313-1324.
 36. Estrategia en diabetes del Sistema Nacional de Salud. Sanidad 2007. Ministerio de Sanidad y política Social.
 37. Klea D. Bertakis, Rahman Azari. Obesity and the use of health care services. *Obesity Research* 2005;13:372-379.
 38. Ramos-Goñi JM, Baldi S, Valles González H, Simonetti G, Buceta E, Maynar M. Coste-efectividad de la colocación aislada de stent frente al stent con angioplastia por balón y protección vascular en la arteriosclerosis carotídea. Plan de Calidad para el Sistema Nacional de Salud del Ministerio de Sanidad y Política Social. Servicio de Evaluación del Servicio Canario de la Salud; 2010. Informes de Evaluación de Tecnologías Sanitarias: SESCO N° 2007/17
 39. Serrano-Aguilar P, Muñoz-Navarro SR, Ramallo-Fariña Y, Trujillo-Martín MM. Obesity and health related quality of life in the general adult population of the Canary Islands. *Qual Life Res.* 2009 Mar;18(2):171-7.
 40. Grandy S, Fox KM. EQ-5D visual analog scale and utility index values in individuals with diabetes and at risk for diabetes: Findings from the Study to Help Improve Early evaluation and management of risk factors Leading to Diabetes (SHIELD). *Health Qual Life Outcomes.* 2008 Feb 27;6:18.

41. Louise Longworth, Martin J. Bux Ton, Mark Sculpher, David H. Smith. Estimating utility data from clinical indicators for patients with stable angina. *Eur J Health Econom* 2005,6:347-353.
42. Sendi P, Brunotte R, Potoczna N, Branson R, Horber FF. Health-related quality of life in patients with class II and class III obesity. *Obes Surg.* 2005 Aug;15(7):1070-6.
43. López-Bastida J, Oliva J, Antoñanzas F, García-Altés A, Gisbert R, Mar J, Puig-Junoy J. Spanish recommendations on economic evaluation of health technologies. *Eur J Health Econ.* 2010 Oct;11(5):513-20. Epub 2010 Apr 20.
44. Andrew Briggs, Mark Sculpher, Karl Claxton. *Decision Modeling for Health Economic Evaluation.* Oxford University Press. 2006.
45. Claxton K. Bayesian approaches to the value of information: implications for the regulation of new care technologies. *Health Economics.* 1999; 8(3):269-74.
46. Shiriki K. Kumanyika. Environmental influences on childhood obesity: Ethnic and cultural influences in context. *Physiology & Behavior* Volume 94, Issue 1, 22 April 2008, 61-70
47. Simonetti D'Arca A, Tarsitani G, Cairella M, Siani V, De Filippis S, Mancinelli S, et al. Prevention of obesity in elementary and nursery school children. *Public Health* 1986;100:166-73
48. MM Haby, T Vos, R Carter, M Moodie, A Markwick, A Magnus, K-S Tay-Teo y B Swinburn. A new approach to assessing the health benefit from obesity interventions in children and adolescents: the assessing cost-effectiveness in obesity project. *International Journal of Obesity* (2006) 30, 1463-1475.
49. Li Yan Wang, Bernard Gutin, Paule Barbeau, Justin B. Moore, John Hanes, Maribeth H. Johnson, Marlo Cavnar, Janet Thornburg, Zenong Yin. Cost-Effectiveness of a School-Based Obesity Prevention Program. *Journal of School Health* 2008, Vol. 78, No. 12.

