



Original / *Valoración nutricional*

## Programa informático para la realización de una valoración nutricional fenotípica y genotípica integral

L. García de Diego<sup>1</sup>, M. Cuervo<sup>2</sup> y J. A. Martínez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias de la Alimentación y Fisiología. Universidad de Navarra. Pamplona. España. <sup>2</sup>Departamento de Ciencias de la Alimentación y Fisiología. Universidad de Navarra. Pamplona. España. CIBERObn. Instituto Carlos III. Madrid. España.

### Resumen

**Antecedentes:** La evaluación nutricional del paciente requiere del manejo simultáneo de una extensa información y de numerosas bases de datos, ya que se analizan tanto aspectos relacionados con el proceso de la nutrición como la situación y evolución clínica del paciente. Con la introducción de la informática dentro del ámbito nutricional se ha producido un avance extraordinario en la administración de la información, permitiendo la realización de valoraciones exhaustivas del estado nutricional de forma rápida y sencilla.

**Objetivo:** Desarrollar un programa informático que sirva como instrumento para la evaluación del estado nutricional del paciente, la educación del personal clínico, en estudios epidemiológicos y con fines pedagógicos.

**Diseño:** Un programa informático que ayude al especialista de la salud a realizar una evaluación nutricional completa del paciente, mediante el registro y valoración de las características fenotípicas y genotípicas. La aplicación ofrece pronósticos nutricionales basados en parámetros antropométricos y bioquímicos, imágenes de estados de desnutrición, cuestionarios de caracterización de enfermedades, criterios de diagnóstico, identificación de alelos relacionados con el desarrollo de ciertas enfermedades metabólicas y cuestionarios de calidad de vida, para una actuación personalizada. El programa incluye como parte de la valoración nutricional del paciente el análisis de la ingesta alimentaria, la elaboración de dietas y la promoción de la actividad física, introduciendo cuestionarios de frecuencia alimentaria, recordatorios dietéticos, índices de alimentación saludable, dietas modelo, test de condición física así como recomendaciones, recordatorios y cuestionarios de actividad física.

**Resultado:** Un programa informático diseñado mediante el lenguaje de programación Java Swing, usando la base de datos SQLite y algunas librerías externas como JFreeChart para el diseño de gráficos. Está formado por cinco bloques categorizados en diez módulos denominados: Pacientes,

### SOFTWARE FOR PERFORMING A GLOBAL PHENOTYPIC AND GENOTYPIC NUTRITIONAL ASSESSMENT

#### Abstract

**Background:** The nutritional assessment of a patient needs the simultaneous managing a extensive information and a great number of databases, as both aspects of the process of nutrition and the clinical situation of the patient are analyzed. The introduction of computers in the nutritional area constitutes an extraordinary advance in the administration of nutrition information, providing a complete assessment of nutritional aspects in a quick and easy way.

**Objective:** To develop a computer program that can be used as a tool for assessing the nutritional status of the patient, the education of clinical staff, for epidemiological studies and for educational purposes.

**Design:** Based on a computer program which assists the health specialist to perform a full nutritional evaluation of the patient, through the registration and assessment of the phenotypic and genotypic features. The application provides nutritional prognosis based on anthropometric and biochemical parameters, images of states of malnutrition, questionnaires to characterize diseases, diagnostic criteria, identification of alleles associated with the development of specific metabolic illnesses and questionnaires of quality of life, for a custom actuation. The program includes, as part of the nutritional assessment of the patient, food intake analysis, design of diets and promotion of physical activity, introducing food frequency questionnaires, dietary recalls, healthy eating indexes, model diets, fitness tests, and recommendations, recalls and questionnaires of physical activity.

**Result:** A computer program performed under Java Swing, using SQLite database and some external libraries such as JfreeChart for plotting graphs. This brand new designed software is composed of five blocks categorized into ten modules named: Patients, Anthropometry, Clinical History, Biochemistry, Dietary History, Diagnostic (with genetic make up), Quality of life, Physical activity, Energy expenditure and Diets. Each module has a specific function which evaluates a different aspect of the nutritional status of the patient.

**Conclusions:** UNyDIET is a global computer program, customized and upgradeable, easy to use and versatile, aimed to health specialists, medical staff, dietitians, nutritionists, scientists and educators. This tool can be used as

**Correspondencia:** J. Alfredo Martínez.  
Dpto. de Ciencias de la Alimentación y Fisiología.  
Universidad de Navarra. Edificio de Investigación.  
C/ Irunlarrea, 1.  
31008 Pamplona. España.  
E-mail: jalfmtz@unav.es

Recibido: 14-III-2013.  
1.ª Revisión: 5-IV-2013.  
Aceptado: 16-IV-2013.

**Antropometría, Historia clínica, Bioquímica, Historia dietética, Diagnóstico (incluyendo genética), Calidad de vida, Actividad física, Gasto energético y Dietas.** Cada módulo tiene una funcionalidad específica que permite valorar un aspecto diferente del estado nutricional del paciente.

**Conclusiones:** UNyDIET es un programa integral, personalizado y actualizable, fácil de usar y versátil, orientado para especialistas de la salud como personal sanitario, dietistas, nutricionistas, científicos y educadores. Esta herramienta se puede utilizar como instrumento de trabajo en programas de promoción de la salud, en valoraciones clínicas y nutricionales, en la evaluación de la calidad asistencial, en estudios epidemiológicos, en programas de intervención nutricional y en docencia.

(*Nutr Hosp.* 2013;28:1622-1632)

**DOI:10.3305/nh.2013.28.5.6622**

Palabras clave: *Programa informático. Valoración nutricional. Cuestionarios. Calidad de vida. Actividad física.*

## Abreviaturas

SENPE: Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral.

SUN: Seguimiento Universidad de Navarra.

PREDIMED: Prevención con Dieta Mediterránea.

IDR: Ingestas Dietéticas de Referencia.

EGIR: Study of Insulin Resistance.

IDF: International Diabetes Federation.

MET: Equivalente metabólico.

VAS: Escala Visual Análoga.

## Introducción

Los programas informáticos nutricionales fueron introducidos en España en los años 90 como herramienta de trabajo de dietistas, docentes y especialistas en nutrición<sup>1</sup>. El uso de la informática en el campo de la nutrición permitió analizar el consumo dietético de la población de forma sencilla, facilitando la valoración de la ingesta dietética y su comparación con los patrones poblacionales<sup>2</sup>. El uso del ordenador agilizó la actividad asistencial, disminuyendo los errores de cálculo, y permitió que sus usuarios almacenaran y modificaran la información dietética y nutricional de sus pacientes<sup>3</sup>.

El constante desarrollo de la informática y del mundo electrónico, ha evolucionado las competencias de procesamiento y manejo de la información, permitiendo el diseño de nuevos programas nutricionales capaces de gestionar abundante información de forma simultánea. Actualmente, y debido al desarrollo tecnológico ha sido posible dar un formato digital a muchas de las bases de datos obtenidas de estudios poblacionales, lo que ha hecho viable el diseño de aplicaciones destinadas al control del estado nutricional del paciente<sup>4</sup>, a la realización de estudios nutricionales<sup>5</sup>, a la comunicación entre los especialistas de la salud<sup>6</sup> y a la elaboración de informes o de material educativo<sup>7</sup>. A

**a working instrument in programs promoting health, nutritional and clinical assessments as well as in the evaluation of health care quality, in epidemiological studies, in nutrition intervention programs and teaching.**

(*Nutr Hosp.* 2013;28:1622-1632)

**DOI:10.3305/nh.2013.28.5.6622**

Key words: *Computer program. Nutritional assessment. Questionnaires. Quality of life. Physical activity.*

nivel antropométrico se han digitalizado registros antropométricos procedentes de estudios poblacionales que permiten estimar la desviación de diferentes parámetros mediante la aplicación de valores de corte que han sido previamente consensuados en dichos estudios<sup>8</sup>. Desde un punto de vista dietético, los programas nutricionales son utilizados como herramienta de trabajo para la valoración y planificación de dietas, permitiendo la modificación de las mismas de forma rápida y sencilla en función de las características del sujeto y de la zona geográfica en la que se encuentran<sup>9</sup>.

La evaluación nutricional, tanto en hospitales como en la comunidad o de forma individual, ayuda a la prevención y al tratamiento de situaciones de malnutrición, y su reconocimiento requiere de la actuación de profesionales de diferentes áreas de la salud<sup>10</sup> y de un adecuado soporte informático que facilite la evaluación nutricional<sup>4,9</sup>. Para llevar a cabo el control del estado nutricional del paciente se han diseñado programas informáticos capaces de diseñar automáticamente menús personalizados<sup>11</sup> o monitorizar marcadores nutricionales, en donde se integran tanto datos antropométricos como de desnutrición proteico-calórica, permitiendo el cribado nutricional de la globalidad de los pacientes<sup>4,12</sup>. Este control informatizado permite la detección precoz de estados de malnutrición y una rápida intervención terapéutica<sup>12,13</sup>.

Todas estas ventajas y utilidades que aportan los programas informáticos dentro del área de la salud deben ser actualizadas para diseñar nuevos software, en donde se introduzcan las nuevas herramientas nutricionales<sup>14</sup>, gracias a las cuales es posible realizar evaluaciones nutricionales más personalizadas y específicas. La informática, desde un punto de vista nutricional, se ha utilizado principalmente como una herramienta de trabajo que ayuda al especialista de la salud a realizar evaluaciones nutricionales basándose en valores clínicos, antropométricos, bioquímicos y dietéticos, pero con la introducción de nuevos instrumentos de evaluación que facilitan el diagnóstico clínico<sup>15</sup>, el empleo de marcadores gené-

ticos<sup>16</sup>, la medida de la calidad de vida<sup>17</sup>, la valoración de la condición física<sup>18</sup> o la actividad física del paciente<sup>19</sup>, es posible realizar exámenes más completos del estado de salud del paciente.

La aplicación de modelos predictivos basados en regresiones logísticas posibilitó la realización de pronósticos sobre el posible desarrollo de determinadas enfermedades<sup>20</sup>, e hizo necesario que aparecieran nuevas aplicaciones informáticas orientadas a ayudar en la toma de decisiones médicas. Estos programas relacionan las características fenotípicas o genotípicas del paciente con el riesgo de desarrollar diabetes, obesidad, cáncer o ciertas enfermedades coronarias<sup>21</sup>. Una vez conocidas estas relaciones se desarrollaron escalas que asignaban diferentes valores numéricos dependiendo de las características fenotípicas y genotípicas del paciente. Mediante la suma de estos valores se obtiene un cómputo o score que estima la probabilidad de desarrollo de determinadas enfermedades<sup>22</sup>. Con la introducción de estos programas informáticos dentro del ámbito clínico es posible realizar una mejor gestión sanitaria, ya que posibilitan la creación de programas de prevención para aquellos pacientes que presentan un mayor riesgo de padecer ciertas enfermedades<sup>23</sup>. El conocimiento de estas relaciones hace posible que se desarrollen nuevas aplicaciones informáticas capaces de calcular el riesgo de padecer ciertas enfermedades simplemente conociendo el perfil fenotípico y genotípico del paciente.

El objetivo de este estudio ha consistido en desarrollar un programa informático que facilite la evaluación nutricional del individuo desde un punto de vista integral y multidisciplinar, donde se consideren aspectos clínicos, antropométricos, genéticos y dietéticos, y además se introduzcan las nuevas herramientas de la medida de la salud, como las escalas de evaluación clínica y nutricional. El resultado perseguido es un programa que pueda ser utilizado por educadores, dietistas y especialistas de la nutrición para realizar estudios epidemiológicos y de educación nutricional, asesoramiento dietético y seguimiento nutricional hospitalario.

## Material y métodos

UNyDIET ha sido programado mediante el lenguaje de programación *Java Swing* y puede ser utilizado en cualquier sistema operativo que disponga de una máquina virtual de Java (JRE 6), como por ejemplo: cualquiera de las versiones de Windows, Mac OS X y cualquiera de las diferentes distribuciones de Linux. Este programa requiere de 256 MB de memoria libre en el disco duro y una resolución de pantalla de 1024 x 768 px.

El diseño de este programa se ha llevado a cabo mediante búsquedas bibliográficas en diferentes bases de datos como PUBMED, MEDLINE or SciELO, en bibliotecas virtuales relacionadas con la clínica, la nutrición, la farmacología, la calidad de vida o la educación física como el portal electrónico SABIO de

la Universidad de Navarra, en webs de sociedades científicas de medicina, nutrición y dietética, así como revistas científicas en español<sup>24</sup>. Para realizar esta búsqueda se tuvo en cuenta el módulo con el que se estaba trabajando, ya que en cada uno se consideraron diferentes palabras clave usadas en español y en inglés.

El diseño del módulo de historia clínica utilizó información sobre historias clínicas, exploraciones físicas y anamnesis por aparatos y sistemas, ofrecida por hospitales como la Clínica Universidad de Navarra. Los síntomas clínicos que reflejan las deficiencias nutricionales fueron obtenidos del libro *A Colour Atlas and Text of Diet-Related Disorders*<sup>25</sup>, y la información sobre farmacología fue seleccionada de webs recomendadas por el Consejo General de Farmacéuticos de España<sup>26</sup>. La búsqueda de cuestionarios para la detección de enfermedades se realizó en MEDLINE y SciELO utilizando una combinación de las palabras cuestionario y el nombre de la patología que se quería detectar<sup>15</sup>.

El módulo de bioquímica se realizó utilizando valores de referencia de parámetros hematológicos y bioquímicos, considerándose los diferentes grados de desnutrición según los criterios de clasificación de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral (SENPE)<sup>27</sup>.

Los cuestionarios de frecuencia alimentaria y los índices de alimentación saludable del módulo de historia dietética se obtuvieron tras realizar búsquedas en PUBMED y SciELO, introduciendo palabras clave como cuestionario, frecuencia alimentaria, validación, score, índice, calidad y dieta, seleccionando aquellos que han sido utilizados en estudios epidemiológicos de gran relevancia<sup>28-30</sup> como el estudio "Seguimiento Universidad de Navarra" (Proyecto SUN) ó el estudio "Prevención con Dieta Mediterránea" (PREDIMED). En los módulos de Historia Dietética y Dietas se incorporaron las tablas de composición de alimentos del CESNID<sup>31</sup> y las Ingestas Dietéticas de Referencia (IDR) para la población española<sup>32,33</sup>, como bases de datos necesarias para valorar la composición nutricional de la dieta.

En el diseño del módulo de diagnóstico se tuvieron en cuenta los resultados obtenidos de las búsquedas en MEDLINE or SciELO cuando se utilizaban palabras clave como desnutrición, cribado o cuestionario. Sólo se seleccionaron los cuestionarios estructurados y las herramientas de cribado nutricional, que hubieran sido validadas como el Mini Nutritional Assessment<sup>10,34</sup> en sus dos versiones.

Para la clasificación de trastornos de la conducta alimentaria se han considerado las referencias establecidas por el CIE-10 y el DSM-IV descritas en la Guía de Práctica Clínica sobre Trastornos de la Conducta Alimentaria<sup>35</sup>. Los criterios de diagnóstico del síndrome metabólico son los ofrecidos por las siguientes organizaciones: WHO, European Group for the Study of Insulin Resistance (EGIR), NCEP-ATPIII, International Diabetes Federation (IDF) y AHA/NHLBI<sup>36</sup>. Los cálculos del riesgo cardiovascular se realizan en base a estudios epidemiológicos que estudian la relación entre dife-

rentes factores de riesgo y el desarrollo de enfermedades coronarias<sup>37</sup>.

Las variantes genéticas que se han relacionado con el desarrollo de diferentes patologías, se buscaron en PUBMED usando palabras clave como variante genética, score, obesidad, síndrome metabólico, cardiopatía, colesterol ó infarto<sup>23</sup>.

Para el módulo de calidad de vida se realizaron búsquedas de cuestionarios, que evaluaran la calidad de vida en general o asociada a una enfermedad, en PUBMED y en la biblioteca virtual BiblioPRO utilizando conjuntamente palabras clave como calidad de vida, salud, cuestionario o el nombre de diferentes patologías como cáncer, enfermedad inflamatoria intestinal, dispepsia, diabetes o fibromialgia<sup>17</sup>.

El diseño del módulo de actividad física se basa en búsquedas en páginas webs deportivas como *Topend Sports* y *efdeportes*, y en bases de datos como PUBMED, en donde se seleccionaron test de aptitud física relacionados con la salud<sup>18</sup>. Las palabras claves que se escogieron para realizar la búsqueda fueron: aptitud física, test, salud y evaluación. Las recomendaciones de actividad física se obtuvieron de organismos que promueven la actividad física como son CDC, EUROPREV y la ACSM<sup>38</sup>.

En el módulo de gasto energético se utilizaron fórmulas derivadas de artículos que se encontraron en PUBMED o en SciELO al introducir palabras clave como fórmula, gasto energético y estimación<sup>39</sup>. Para el cálculo del requerimiento energético total se utilizaron las ecuaciones del informe realizado por FAO/WHO/UNU<sup>40</sup>, y cuestionarios validados que fueron obtenidos en webs de centros deportivos como el *San Diego Prevention Research Center* o en PUBMED utilizando palabras clave como cuestionario, actividad física y gasto energético<sup>19</sup>. El cálculo de los equivalentes metabólicos (MET) se realiza en base a compendios de gasto energético<sup>41,42</sup>.

Las dietas modelo que aporta el programa en su módulo de dietas se han tomado del libro Alimentación Hospitalaria<sup>43</sup>.

## Resultados

El programa UNyDIET está formado por cinco bloques que se categorizan para conformar diez módulos los cuales se muestran al usuario en su pantalla inicial. El software permite que una vez completado el primer módulo, en donde se realiza la selección del paciente, el usuario pueda navegar por todos los demás módulos según sus preferencias de selección.

El primer bloque está formado por el módulo pacientes, el segundo por los módulos antropometría, historia clínica, bioquímica e historia dietética, el tercero lo forman los módulos diagnóstico y calidad de vida, el cuarto engloba los módulos de actividad física y gasto energético y, por último, el quinto bloque formado por el módulo de dietas (fig. 1).

Cada módulo ofrece múltiples opciones que se pueden seleccionar de forma muy sencilla, ya que el programa ofrece un árbol de navegación para cada uno (fig. 2), excepto para los módulos pacientes, antropometría y bioquímica, en donde toda la información aparece en una pantalla.

Las funcionalidades de cada uno de los módulos son las siguientes:

– *Pacientes*: Este módulo ofrece al usuario la posibilidad de seleccionar un paciente ya registrado en la base de datos o dar de alta a uno nuevo. Cuando se selecciona la primera opción la aplicación permite recoger información de antiguas consultas o crear nuevas, observar los gráficos de evolución de los principales parámetros y conocer o modificar los aspectos psicosociales del paciente.

– *Antropometría*: Este módulo permite el registro de las medidas antropométricas directas recogidas en consulta (peso, talla, pliegues cutáneos, envergaduras, perímetros...) y calcula a partir de ellas las indirectas (índice de masa corporal, perímetro muscular del brazo, área muscular del brazo...), para posteriormente realizar un diagnóstico nutricional al comparar estos datos con valores de referencia poblacional. La aplicación muestra cuatro pantallas de registro diferentes dependiendo de la edad del paciente (fig. 3): lactantes (0-2 años), niños y adolescentes (2-18 años), adultos (18-65 años) y ancianos (> 65 años).

– *Historia Clínica*: Este módulo sirve de guía para el registro de los antecedentes familiares y personales, las enfermedades actuales y el tratamiento farmacológico del paciente. Facilita al usuario información sobre las interacciones fármaco nutriente y le ayuda en la realización de la exploración física, ofreciendo imágenes de los síntomas físicos de las principales patologías nutricionales. Para finalizar este módulo, la aplicación ofrece cuestionarios validados, que ayudarán al usuario en la identificación de posibles patologías del paciente.

– *Bioquímica*: Este módulo permite el registro de marcadores hematológicos, bioquímicos e inmunológicos, e informa de la existencia de valores fuera de normalidad. Además, ofrece al usuario un pronóstico del estado nutricional del paciente cuando se completan determinados campos tanto bioquímicos como de análisis inmunológicos.

– *Historia Dietética*: Este módulo sirve de guía para la realización de la historia dietética del paciente, ofreciendo cuestionarios de hábitos alimentarios, recordatorios dietéticos y cuestionarios de frecuencia de consumo (cualitativos, semicuantitativos y cuantitativos). Mediante los recordatorios dietéticos el usuario puede conocer la composición nutricional, el poder antioxidante aproximado y la calidad de la dieta de un paciente durante un período máximo de 7 días. Además la aplicación valora la composición nutricional de cada ración en función de su contenido calórico, en azúcares simples, en lípidos, en ácidos grasos saturados y en sal, entre otras.

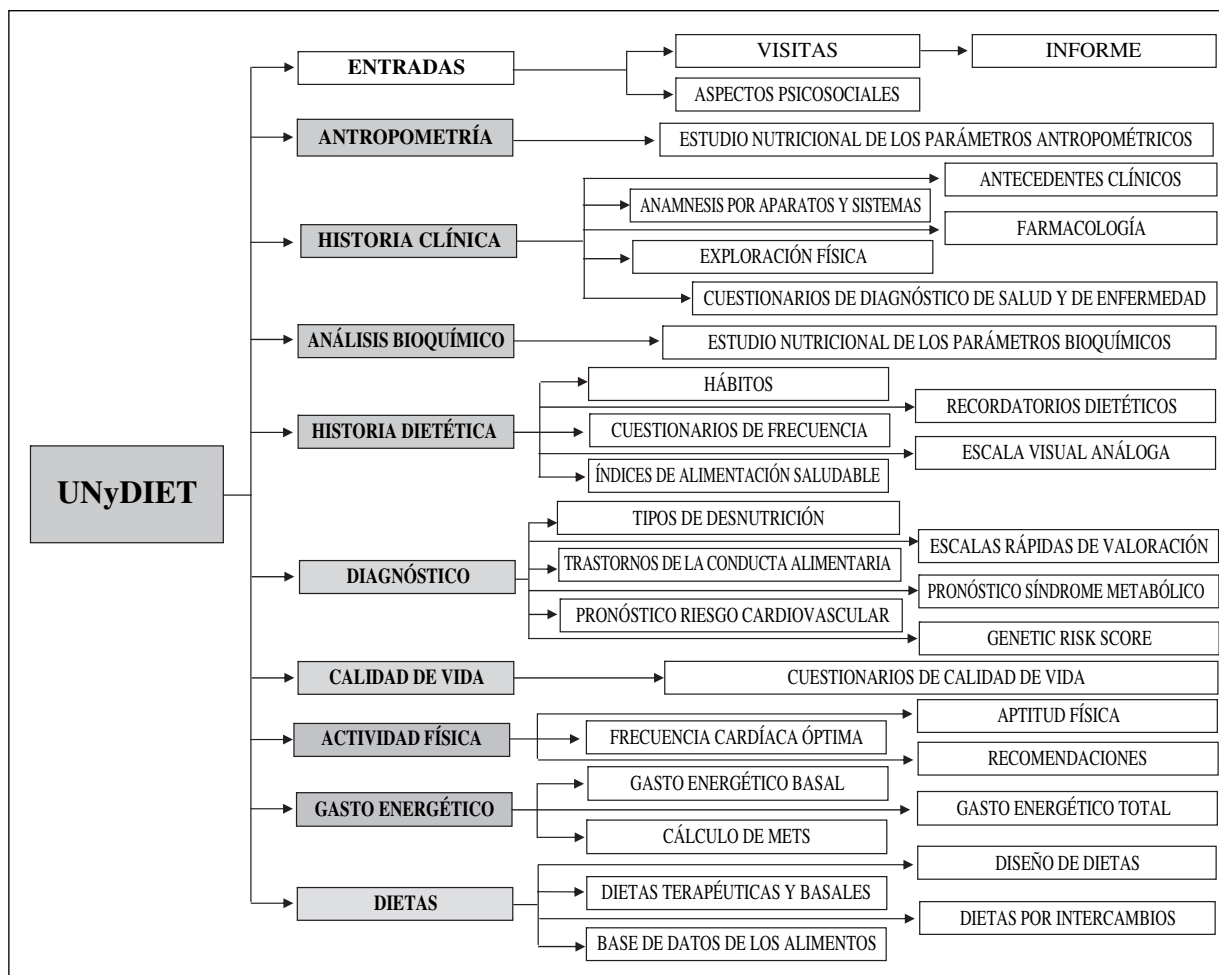


Fig. 1.—Diagrama de flujo de UNyDIET.

Esta sección dispone de dos apartados independientes más. Uno ofrece una escala visual análoga (VAS) que sirve para la medición del hambre, la saciedad, la plenitud y el deseo de comer del paciente; y el otro valora la calidad de la dieta mediante el uso de diferentes índices de alimentación saludable. En este último apartado sólo se tienen en cuenta algunos de los alimentos ingeridos, por lo que no es necesario realizar un recordatorio dietético completo.

– *Diagnóstico*: Este módulo ayuda al especialista en la evaluación de las siguientes patologías: desnutrición, trastornos de la conducta alimentaria, síndrome metabólico, obesidad, enfermedades cardiovasculares y metabólicas asociadas a un determinado genotipo. Con este módulo se recoge información complementaria del paciente que puede ser utilizada de ayuda por el especialista para realizar el examen o la interpretación de posibles patologías padecidas por el paciente en el momento de la valoración, o para conocer la probabilidad de que sean diagnosticadas en un futuro.

Para la evaluación de la desnutrición el programa ofrece dos posibilidades. Con la primera el usuario registra los valores de una serie de parámetros relacionados con los diferentes tipos de desnutrición, para que

posteriormente la aplicación informe de la probabilidad de que exista un tipo u otro. Con la segunda posibilidad lo que ofrece la aplicación son escalas de valoración rápida del estado nutricional de un paciente, entre las que se encuentran índices de evaluación nutricional y otros cuestionarios estructurados.

La aplicación sirve de guía en la evaluación de los trastornos de la conducta alimentaria y el síndrome metabólico, ya que informa al usuario de los criterios de valoración de las alteraciones que debe presentar un paciente para que se le diagnostique este tipo de patología. En la valoración del riesgo cardiovascular el programa ofrece una serie de cuestionarios y de tablas que evalúan la probabilidad de riesgo coronario del paciente.

En la evaluación del riesgo genético a padecer ciertas enfermedades, el programa considera los alelos más relevantes que se han identificado como asociados con el riesgo de desarrollar obesidad, diabetes tipo 2 o diferentes enfermedades cardiovasculares.

– *Calidad de vida*: Este módulo evalúa mediante cuestionarios la calidad de vida de un paciente de forma general. Ofrece apartados específicos para la evaluación de la calidad de vida en casos de incapacidad funcional, en relación con el bienestar psicológico y en pacientes

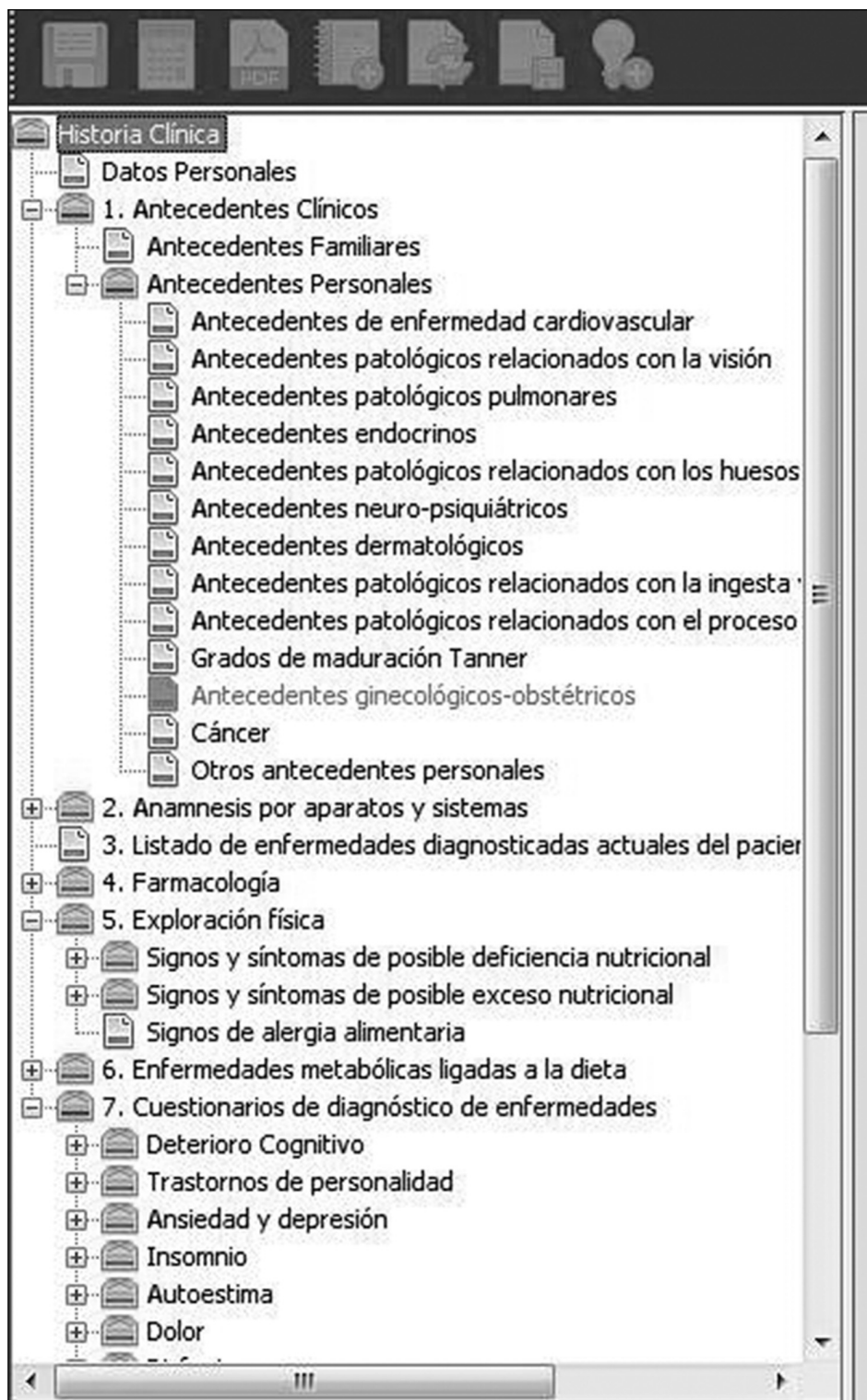


Fig. 2.—Árbol de navegación de Historia Clínica.

que padecen alguna patología concreta: cáncer, enfermedades cardiovasculares, dermatológicas, digestivas, endocrinas, infecciosas, osteoarticulares, respiratorias, nefrouriurias y otras enfermedades.

– *Actividad física*: Este módulo evalúa la aptitud física del paciente mediante una batería de test que miden la capacidad aeróbica, la fuerza, la flexibilidad, la velocidad,

la agilidad o el equilibrio. El diseño ayuda al usuario a prescribir un plan de ejercicio adaptado a la edad del paciente, calculando la frecuencia óptima de entrenamiento y ofreciendo recomendaciones de actividad física.

– *Gasto energético*: Este módulo calcula el gasto energético basal y el total de un paciente mediante el uso de ecuaciones. La aplicación también ofrece un recorda-

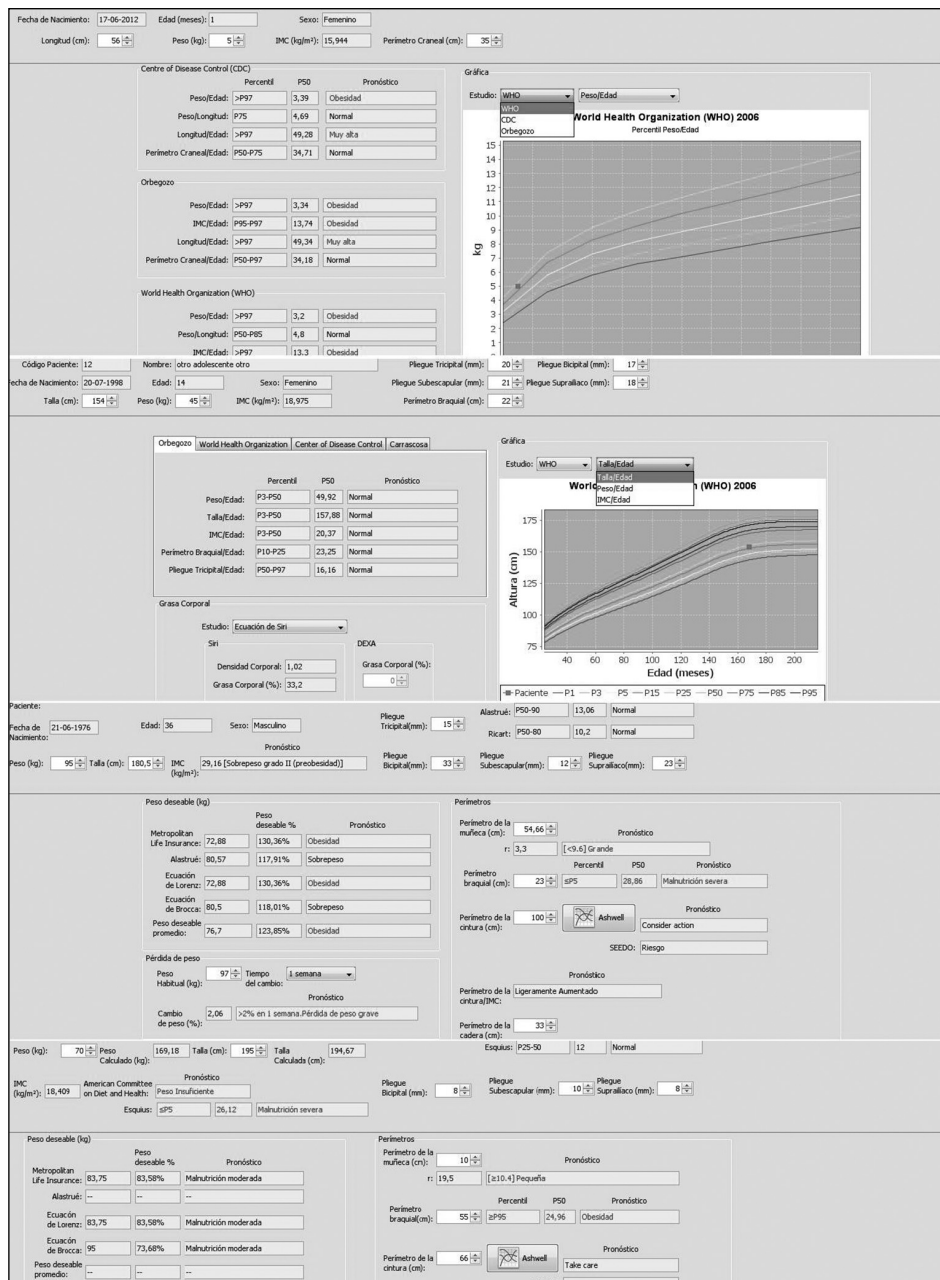


Fig. 3.—Pantallas de registro antropométrico de lactantes (0-2 años), niños y adolescentes (2-18 años), adultos (18-65 años) y ancianos (> 65 años).

torio de actividades diarias para poder calcular el gasto energético total y los equivalentes metabólicos o METs ( $1\text{MET} = 1 \text{ kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ). En este segundo caso, el usuario puede elegir entre introducir las actividades concretas realizadas a lo largo del día por el paciente o clasificarlas en categorías. El último apartado de este módulo contiene cuestionarios validados de actividad física que sirven para el cálculo del gasto energético.

– *Dietas*: Este módulo ayuda al usuario a realizar dietas personalizadas y nutricionalmente equilibradas. La aplicación ofrece tres posibilidades para el diseño de la dieta. En la primera el usuario diseña la dieta libremente, seleccionando tanto los alimentos como las tomas. En este caso la aplicación ofrece la posibilidad de ordenar los alimentos de la base de datos según su

contenido en: calorías, hidratos de carbono, lípidos, proteínas, calcio, hierro, sal, cinc, vitamina A, vitamina C, ácido fólico, vitamina B<sub>12</sub> y vitamina C (fig. 4).

La segunda posibilidad es diseñar una dieta seleccionando grupos de alimentos, cada grupo está formado por entradas (alimentos), que en una determinada cantidad son nutricionalmente intercambiables entre sí. La aplicación primero calcula la composición nutricional de los grupos de alimentos que se han seleccionado como parte de la dieta, y luego el usuario selecciona los alimentos que desea de cada grupo y los introduce en una toma. Si el usuario desea diseñar diferentes dietas con una composición nutricional similar sólo tendría que elegir alimentos diferentes de cada grupo. Para facilitar el trabajo la aplicación ofrece al

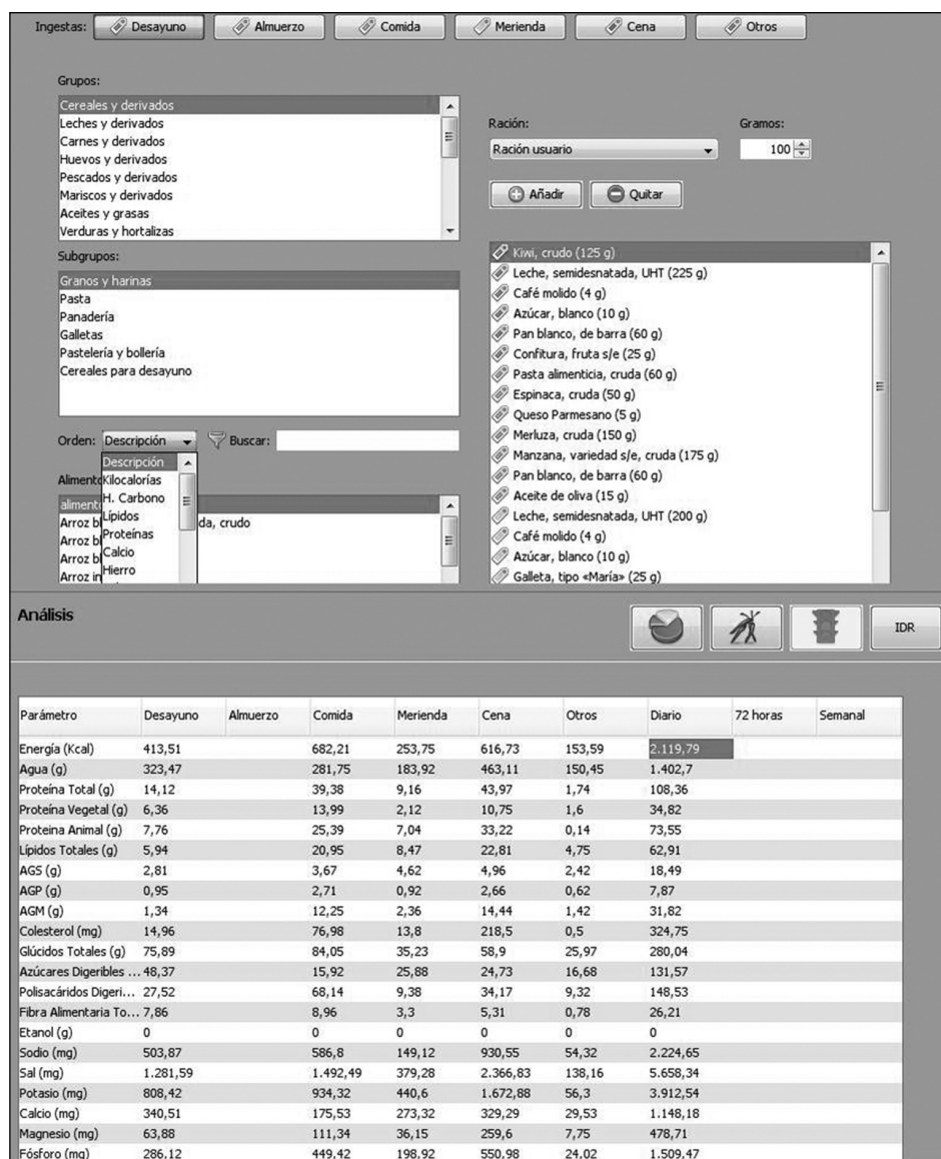


Fig. 4.—Capturas del módulo de dieta.

usuario 21 dietas nutricionalmente equilibradas que se diferencian entre sí en el aporte calórico.

La tercera posibilidad consiste en realizar dietas a partir de dietas modelo. La aplicación ofrece tanto dietas basales como dietas terapéuticas para diferentes patologías como obesidad, diabetes, problemas de masticación o enfermedades gastrointestinales. Las dietas modelo son ampliables o modificables dependiendo del dictamen del especialista, pudiendo ser almacenadas en la base de datos como nuevas dietas.

Dentro de este módulo aparece un último apartado en donde se visualizan las tablas de composición de alimentos del CESNID<sup>31</sup>, base de datos que utiliza el programa. La aplicación permite la búsqueda y la introducción de nuevos alimentos, pero no la modificación de la composición nutricional de la base de datos original.

Una vez finalizada la programación de la aplicación se realizó una refactorización del código fuente, lo que permitirá en un futuro realizar nuevos diseños de

programas a partir de éste, además de aumentar la velocidad de trabajo. De esta forma, se podrá modificar cada módulo de forma independiente del resto, crear nuevos módulos y diseñar diferentes aplicaciones según las necesidades de cada usuario. Por otro lado, nos permitirá actualizar la aplicación de una forma gradual, ya que cada año aparecen nuevos cuestionarios y criterios de evaluación del estado nutricional. Por todo ello esta aplicación ha sido diseñada para poder realizar actualizaciones de forma sencilla y rápida.

## Discusión

UNyDIET es una aplicación informática de escritorio que sirve de ayuda específica en la valoración del estado nutricional de un sujeto, facilitando el trabajo de educadores, nutricionistas, personal clínico o investigadores. Este programa ha sido diseñado para recopilar



y manejar abundante información nutricional de forma rápida y sencilla, para posteriormente poder elaborar informes en donde se recojan todos los resultados adquiridos tras la utilización de las herramientas que ofrece el programa. Para su desarrollo se ha usado Java, eligiendo esta plataforma para que la aplicación fuese multiplataforma, permitiendo la funcionalidad de esta aplicación en cualquier sistema operativo: Windows, Linux, Apple, etc. La otra ventaja que presenta Java es que permite crear programas modulares y sus códigos pueden ser reutilizados para otros programas. La aplicación además utiliza otras librerías como JFreeChart, para la elaboración de gráficas, iText para la generación de informes en PDF, y el driver JDBC SQLite para la gestión de su base de datos.

Cada año aparecen nuevas herramientas de evaluación nutricional orientadas a analizar diferentes aspectos nutricionales y dietéticos, que permiten realizar estudios más personalizados en donde se valora, además de los aspectos clásicos de la nutrición como son la composición de la ingesta dietética<sup>28</sup>, la calidad de la dieta<sup>44</sup> o el gasto energético<sup>39</sup>, otros aspectos importantes para la evaluación de la salud del paciente como son la calidad de vida<sup>14</sup>, la aptitud física<sup>45</sup> o la probabilidad genotípica y fenotípica de desarrollar una enfermedad<sup>20,22</sup>. Esto implica el manejo de mucha información de forma simultánea, y por lo tanto, la necesidad de introducir la informática dentro del campo de la nutrición, de esta manera se agiliza el trabajo de especialista<sup>1</sup> y se facilita la identificación o el posible desarrollo de enfermedades<sup>12</sup>, además de disminuir los errores de cálculo<sup>11</sup>. Con UNyDIET se ha conseguido realizar un enfoque integral de la nutrición, ya que la mayoría de los programas nutricionales desarrollados para realizar asesoramientos dietéticos se basan en la ingesta dietética, en las medidas antropométricas y en los resultados obtenidos de realizar diferentes análisis clínicos<sup>5,9</sup>, sin valorar otros aspectos como la probabilidad de padecer determinadas enfermedades metabólicas o la calidad de vida del paciente. La introducción de estos aspectos dentro de un programa nutricional ayuda al profesional de la salud a estimar los resultados obtenidos de realizar intervenciones nutricionales, en donde se valoren tanto aspectos preventivos o curativos como de mejora de la calidad de vida bien sea a nivel general como asociada a una patología<sup>46</sup>. Las alteraciones en el estado nutricional tienen efectos que condicionan la calidad de vida del individuo dificultando su desarrollo físico, fisiológico y social, por lo que una mejora en la situación nutricional del paciente irá acompañada en muchos de los casos de una mejora de la calidad de vida<sup>14</sup>.

Desde un punto de vista dietético UNyDIET, además de realizar un análisis pormenorizado de la composición nutricional de la ingesta, ofrece al usuario la posibilidad de valorar la calidad de la dieta o conocer la capacidad antioxidante de la ingesta, lo que permite relacionar las características nutricionales de la dieta con el desarrollo de ciertas patologías.

La actividad física es uno de los aspectos que no se incluyen en la mayoría de los software nutricionales y que UNyDIET considera como una pieza esencial, ya que valora la condición física del paciente y calcula el gasto energético del sujeto mediante registros de actividades. La introducción de estos instrumentos de cálculo y valoración de la actividad física, facilita la realización de programas de promoción de la salud, en donde para su ejecución se utilizan aplicaciones informáticas que principalmente consideran aspectos dietéticos pero que no valoran la actividad física<sup>47</sup>.

A nivel nutricional, la aparición de nuevos criterios de diagnóstico<sup>15</sup>, métodos de evaluación nutricional<sup>34</sup> y cuestionarios orientados a medir diferentes aspectos de la salud<sup>4</sup>, ha originado la aparición de nuevas aplicaciones informáticas capaces de realizar una detección precoz de la malnutrición<sup>4</sup>, una estimación del riesgo cardiovascular<sup>22</sup> o pronosticar el diagnóstico de ciertas enfermedades<sup>21</sup>, pero ninguna de ellas introduce dentro de su programación una visión global del estado de salud del paciente. Esta es la principal ventaja que presenta UNyDIET respecto del resto de software nutricionales, ya que gracias a su estructura modular es posible introducir los nuevos instrumentos de valoración nutricional y registrar tanto las características antropométricas, clínicas y dietéticas, como el perfil genético y la aptitud física del paciente. El perfil metabólico de cada sujeto y, por tanto, su respuesta ante estudios de intervención nutricional es diferente dependiendo no sólo de las características fenotípicas, sino que influyen también los polimorfismos o SNPs de los que es portador el sujeto y, es por ello, que el conocimiento tanto del perfil fenotípico como genotípico puede ayudar en la prescripción personalizada de recomendaciones dietéticas y de actividad física<sup>48</sup>. La interacción génica con el entorno influye en el fenotipo de los sujetos, lo que hace pensar que determinadas intervenciones dirigidas a un determinado perfil genético, como puede ser la nutrición personalizada, podría ser de utilidad<sup>49</sup>. Por esta razón, UNyDIET ofrece al usuario información sencilla de una serie de polimorfismos genéticos que confieren al portador una susceptibilidad a presentar ciertas enfermedades metabólicas, y que por lo tanto serían buenos candidatos para ser abordados mediante intervenciones nutricionales a pesar de ser una estrategia que todavía está en ciernes.

Con UNyDIET se ha dado un formato electrónico a las nuevas herramientas de valoración nutricional que han ido apareciendo en los últimos años, integrando dentro del mismo programa, varios colectivos poblacionales (niños, adolescentes, adultos y ancianos). UNyDIET permite la obtención y modificación de un elevadísimo número de datos, los cuales pueden ser almacenados y clasificados en los diferentes módulos que ofrece, para que sea más sencilla e intuitiva su recuperación, permitiendo trabajar simultáneamente con mucha información. Realiza un enfoque multidisciplinar ya que introduce aspectos antropométricos, bioquímicos, cuestionarios de valoración clínica, imágenes para el reconocimiento de enfermedades

relacionadas con la nutrición, índices de alimentación saludable, cuestionarios de frecuencia alimentaria, herramientas de valoración del hambre, cuestionarios de valoración nutricional, criterios de diagnóstico de enfermedades, métodos de cribado genético que valoran el riesgo de padecer determinadas patologías, cuestionarios de calidad de vida, test de valoración de la condición física, recomendaciones de actividad física, recordatorios de actividad física, cuestionarios de actividad física y bases de datos para el diseño de dietas. La introducción de este gran número de herramientas nutricionales, hace de UNyDIET un programa muy versátil y único, ya que introduce dentro de una misma aplicación diferentes instrumentos de evaluación que valoran diferentes aspectos de la salud relacionados con la nutrición, ofreciendo al usuario una visión global del estado nutricional del paciente para que posteriormente se elaboren dietas personalizadas basándose no sólo en aspectos fenotípicos del paciente sino teniendo también en cuenta el perfil genético del paciente.

UNyDIET por lo tanto plantea un enfoque multidisciplinar de la nutrición presentándose como un programa abierto a la introducción de nuevas herramientas que aparezcan en el futuro.

## Conclusiones

UNyDIET es un programa informático programado en JAVA, que aparece dividido en 10 módulos, lo que permite al usuario trabajar de forma rápida e intuitiva. Es una aplicación que puede ser manejada por dietistas, especialistas de la nutrición, personal sanitario, científicos y educadores debido a su enfoque multidisciplinar y versatilidad, ofreciendo las siguientes oportunidades:

- Manejo de mucha información simultáneamente.
- Evaluación del estado nutricional de forma global, teniendo en cuenta las patologías del paciente, las que puede desarrollar en los próximos años o las posibles patologías todavía sin diagnosticar, mediante valoraciones fenotípicas y genotípicas.
- Herramientas de trabajo novedosas como cuestionarios e índices de valoración nutricional.
- Seguimiento de la calidad de vida del paciente.
- Recomendaciones de actividad física y valoración de la condición física mediante test.
- Realización de cálculos energéticos utilizando diferentes herramientas (recordatorios, cuestionarios, METs).
- Diseño de multitud de dietas nutricionalmente equilibradas e individualizadas.

Con las siguientes limitaciones:

- Requiere abundante información sobre el paciente para poder utilizar todas las herramientas, incrementándose la probabilidad de que muchos de los campos se queden en blanco. En un futuro se

plantea el desarrollo de nuevos programas creados a partir de esta estructura.

UNyDIET constituye un programa nutricional de gran funcionalidad que se puede utilizar para:

- La valoración clínica y nutricional, en hospitales y centros de atención primaria.
- La realización de programas de promoción de la salud.
- La evaluación de la calidad asistencial en los hospitales.
- La realización de diferentes tipos de estudios epidemiológicos: transversales, cohortes o experimentales.
- Centros docentes, como material de apoyo para la explicación de la materia ó para la realización de casos prácticos.
- Gabinetes dietéticos, como instrumento de trabajo de dietistas y especialistas de la nutrición.

## Referencias

1. Rodríguez MC, Rodríguez-Mariscal MJ, Martínez JA, Larralde J. A computer program for assessing nutritional status and diet preparation. *Nutr Hosp* 1993; 8 (4): 215-9.
2. Rodríguez MC, Coupeau I, Larralde J, Martínez JA. Development of a computer program to assess nutritional status of infants and preschool children. *Arch Latinoam Nutr* 1995; 45 (4): 278-80.
3. Defagó MD, Perovic NR, Aguinaldo CA, Actis BA. Desarrollo de un programa informático para estudios nutricionales. *Rev Panam Salud Pública* 2009; 25 (4): 362-6.
4. de Ulibarri JI, González-Madrono A, de Villar NGP, González P, González B, Mancha A et al. CONUT: a tool for controlling nutritional status. First validation in a hospital population. *Nutr Hosp* 2005; 20 (1): 38-45.
5. Pérez-Llamas F, Garaulet M, Herrero F, Palma JT, Pérez de Heredia F, Marín R et al. Una aplicación informática multivalente para estudios del estado nutricional de grupos de población. Valoración de la ingesta alimentaria. *Nutr Hosp* 2004; 19 (3): 160-6.
6. Zamora Elson M, Serón Arbeloa C, Labarta Monzón L, Garrido Ramírez de Arellano I, Lander Azcona A, Marquina Lacueva MI, et al. Respuesta al soporte nutricional de una población de pacientes críticos; diferencias entre pacientes médicos y quirúrgicos. *Nutr Hosp* 2012; 27 (4): 1213-8.
7. Rodríguez MC, Larralde J, Martínez JA. Computer-assisted instruction in nutrition: a creative tool for medical education. *Med Educ* 1997; 31 (3): 229-31.
8. González Jimenez E, Aguilar Cordero MJ, Álvarez Ferre J, Padilla López C, Valenza MC. Estudio antropométrico y valoración del estado nutricional de una población de escolares de Granada; comparación con los estándares nacionales e internacionales de referencia. *Nutr Hosp* 2012; 27 (4): 1106-13.
9. Gutiérrez-Bedmar M, Gómez-Aracena J, Mariscal A, García-Rodríguez A, Gómez-Gracia E, Camero-Varo M et al. Nutrisol: Un programa informático para la evaluación nutricional comunitaria y hospitalaria de acceso libre. *Nutr Hosp* 2008; 23 (1): 20-6.
10. Cuervo M, García A, Ansorena D, Sánchez-Villegas A, Martínez-González MA, Astiasarán I et al. Nutritional assessment interpretation on 22 007 Spanish community-dwelling elders through the Mini Nutritional Assessment test. *Public Health Nutr* 2009; 12 (1): 82-90.
11. Skouroliakou M, Kakavelaki C, Diamantopoulos K, Stathopoulou M, Vourvouhaki E, Souliotis K. The Development and Implementation of a Software Tool and its Effect on the Quality of Provided Clinical Nutritional Therapy in Hospitalized Patients. *J Am Med Inf Assoc* 2009; 16 (6): 802-5.

12. Villalobos Gámez JL, García-Almeida JM, Guzmán de Damas JM, Rioja Vázquez R, Osorio Fernández D, Rodríguez-García LM, et al. Proceso INFORNUT: validación de la fase de filtro -FILNUT- y comparación con otros métodos de detección precoz de desnutrición hospitalaria. *Nutr Hosp* 2006; 21 (4): 491-504.
13. Berger MM, Revely JP, Wasserfallen JB, Schmid A, Bouvry S, Cayeux MC et al. Impact of a computerized information system on quality of nutritional support in the ICU. *Nutrition* 2006; 22 (3): 221-9.
14. Wanden-Berghe C, Martín-Rodero H, Guardiola-Wanden-Berghe R, Sanz-Valero J, Galindo-Villardón P. Cuestionario de calidad de vida relacionado con el estado nutricional (CaVEN). *Nutr Hosp* 2012; 27 (6): 1876-85.
15. Burgos R, Sarto B, Seguro H, Romagosa A, Puiggrós C, Vázquez C et al. Traducción y validación de la versión en español de la escala EAT-10 (Eating Assessment Tool-10) para el despistaje de la disfagia. *Nutr Hosp* 2012; 27 (6): 2048-54.
16. Santos JL, Martínez JA, Pérez F, Albala C. Genetic epidemiology of obesity. Family studies. *Rev Medica Chile* 2005; 133 (3): 349-61.
17. Henríquez-Sánchez PH, Ruano C, de Irala J, Ruiz-Canela M, Martínez-González MA, Sánchez-Villegas A. Adherence to the Mediterranean diet and quality of life in the SUN Project. *Eur J Clin Nutr* 2012; 66 (3): 360-8.
18. Ortega FB, Artero EG, Ruiz JR, España-Romero V, Jiménez-Pavón D, Vicente-Rodriguez G et al. Physical fitness levels among European adolescents: the HELENA study. *Br J Sports Med* 2011; 45 (1): 20-9.
19. Martínez González MA, López Fontana C, De Irala J, Alonso A, Martínez JA. Adaptación para España del cuestionario de actividad física de las cohortes americanas de las enfermeras y profesionales sanitarios. *Gac Sanit* 2003; 17 (2): 156.
20. Martínez JA, Corbalán MS, Sánchez-Villegas A, Forga L, Martí A, Martínez-González MA. Obesity risk is associated with carbohydrate intake in women carrying the Gln27Glu beta(2)-adrenoceptor polymorphism. *J Nutr* 2003; 133 (8): 2549-54.
21. Chang CM, Kuo HS, Chang SH, Chang HJ, Liou DM, Laszlo T et al. Computer-aided disease prediction system: development of application software with SAS component language. *J Eval Clin Pract* 2005; 11 (2): 139-59.
22. Ramírez-Rodrigo J, Moreno-Vázquez JA, Ruiz-Villaverde A, Sánchez-Caravaca MA, López de la Torre-Casares M, Villaverde-Gutiérrez C. A computer tool for cardiovascular risk estimation according to Framingham and SCORE equations. *J Eval Clin Pract* 2013; 19 (2): 277-84.
23. Martí A, Moreno-Aliaga MJ, Zulet A, Martínez JA. Avances en nutrición molecular: nutrigenómica y/o nutrigenética. *Nutr Hosp* 2005; 20 (3): 157-64.
24. Culebras JM, de Lorenzo AG. Nutrición Hospitalaria, certificada "Excelente" *Nutr Hosp* 2011; 26 (5): 929-32.
25. McLaren DS. A Colour Atlas and Text of Diet-Related Disorders. Wolfe Medical Publications ed. London; 1981.
26. María Cascales Angosto. Interacción nutrientes fármacos. Anales de la Real Academia Nacional de Farmacia. 2005. Disponible en: <http://www.analesranf.com/>. Último acceso: 26/01/2010.
27. Álvarez J, Del Río J, Planas M, García Peris P, García de Lorenzo A, Calvo V et al. Documento SENPE-SEDOM sobre la codificación de la desnutrición hospitalaria. *Nutr Hosp* 2008; 23 (6): 536-40.
28. Martín-moreno JM, Boyle P, Gorgojo L, Maisonneuve P, Fernández-Rodríguez JC, Salvini S et al. Development and validation of a food frequency questionnaire in Spain. *Int J Epidemiol* 1993; 22 (3): 512-9.
29. Beunza JJ, Toledo E, Hu FB, Bes-Rastrollo M, Serrano-Martínez M, Sánchez-Villegas A et al. Adherence to the Mediterranean diet, long-term weight change, and incident overweight or obesity: the Seguimiento Universidad de Navarra (SUN) cohort. *Am J Clin Nutr* 2010; 92 (6): 1484-93.
30. Fernández-Ballarh JD, Pinol JL, Zazpe I, Corella D, Carrasco P, Toledo E et al. Relative validity of a semi-quantitative food-frequency questionnaire in an elderly Mediterranean population of Spain. *Br J Nutr* 2010; 103 (12): 1808-16.
31. Centre d'Ensenyament Superior de Nutrició i Dietètica (CESNID). Tablas de composición de alimentos del CESNID. Madrid: McGraw-Hill. Interamericana de España; 2004.
32. Federación Española de Sociedades de Nutrición Alimentación y Dietética (FESNAD). Ingestas Dietéticas de Referencia (IDR) de la población española. Navarra: EUNSA; 2010.
33. Cuervo M, Corbalán M, Baladía E, Cabrerizo L, Formiguera X, Iglesias C et al. Comparativa de las Ingestas Dietéticas de Referencia (IDR) de los diferentes países de la Unión Europea, de Estados Unidos (EEUU) y de la Organización Mundial de la Salud (OMS). *Nutr Hosp* 2009; 24 (4): 384-414.
34. Cuervo M, Ansorena D, Martínez-González MA, García A, Artiasarán I, Martínez JA. Impact of global and subjective mini nutritional assessment (MNA) questions on the evaluation of the nutritional status: the role of gender and age. *Arch Gerontol Geriatr* 2009; 49 (1): 69-73.
35. Ministerio de Sanidad y Consumo. Guía de Práctica Clínica sobre Trastornos de la Conducta Alimentaria. Agència d'Avaluació de Tecnologia i Reserca Mèdiques de Catalunya ed. Barcelona; 2009.
36. Kassi E, Pervanidou P, Kaltsas G, Chrousos G. Metabolic syndrome: definitions and controversies. *Bmc Medicine* 2011; 9 (48).
37. Ramírez-Rodrigo J, Moreno-Vázquez JA, Ruiz-Villaverde A, Sánchez-Caravaca MA, López de la Torre-Casares M, Villaverde-Gutiérrez C. A computer tool for cardiovascular risk estimation according to Framingham and SCORE equations. *J Eval Clin Pract* 2013; 18 (2): 277-84.
38. Chodzko-Zajko WJ, Schwingel A, Romo-Pérez V. A critical analysis of physical activity recommendations in Spain. *Gac Sanit* 2012; 26 (6): 525-33.
39. Martínez de Morentin BE, Pérez-Díez S, Hernández M, Martínez JA. Comparación de diferentes métodos de estimación del gasto energético de adultos obesos en reposo. *Actividad Dietética* 2009; 13 (1): 3-9.
40. FAO/WHO/UNU. Human energy requirements: Report of a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Rome; 2001.
41. Martín-Almendros S, Martínez-González MA, De Irala-Estévez J, Gibney MJ, Kearney J, Martínez JA. Energy expenditure during leisure time and body mass index in Spain. *J Physiol Biochem* 2000; 56 (2): 131-2.
42. Ainsworth BE, Haskell WL, Herrmann SD, Meckes N, Bassett DR, Tudor-Locke C et al. Compendium of Physical Activities: A Second Update of Codes and MET Values. *Med Sci Sports Exerc* 2011; 43 (8): 1575-81.
43. Cuervo Zapatel M, Ruiz de las Heras de la Hera A. Alimentación hospitalaria. Madrid: Ediciones Díaz de Santos; 2004.
44. Sánchez-Villegas A, Bes-Rastrollo M, Martínez-González MA, Serra-Majem L. Adherence to a Mediterranean dietary pattern and weight gain in a follow-up study: the SUN cohort. *Int J Obes* 2006; 30 (2): 350-8.
45. Ruiz JR, España Romero V, Castro Piñero J, Artero EG, Ortega FB, Cuenca García M et al. Batería ALPHA-Fitness: test de campo para la evaluación de la condición física relacionada con la salud en niños y adolescentes. *Nutr Hosp* 2011; 26 (6): 1210-4.
46. Gomez Candela C, Canton Blanco A, Luengo Perez LM, Fuster GO. Eficacia, coste-efectividad y efectos sobre la calidad de vida de la suplementación nutricional. *Nutr Hosp* 2010; 25 (5): 781-92.
47. Neuenschwander LM, Abbott A, Mobley AR. Comparison of a web-based vs in-person nutrition education program for low-income adults. *J Acad Nutr Diet* 2013; 113 (1): 120-6.
48. Molerés A, Rendo-Urteaga T, Zulet MA, Marcos A, Campoy C, Garagorri JM et al. Obesity Susceptibility Loci on Body Mass Index and Weight Loss in Spanish Adolescents after a Lifestyle Intervention. *J Pediatr* 161 (3): 466-70.
49. Martí A, Goyenechea E, Martínez JA. Nutrigenetics: A Tool to Provide Personalized Nutritional Therapy to the Obese. *J Nutrigenet Nutrigenomics* 2010; 3 (4-6): 157-69.