

Reconstrucción digital tridimensional del cuerpo y su posible utilidad diagnóstica

Gabriela Beatriz Revollo¹
María José Bustamante²
María Daniela Carril³
Ana Berta Toconás⁴
Emma Laura Alfaro⁵
Estela María Román⁶

Resumen

La obesidad es una enfermedad que se caracteriza por la acumulación excesiva de grasa corporal, perjudicial para la salud. La presencia de dicha patología aumenta el riesgo de desarrollar otras enfermedades crónicas tales como diabetes, enfermedades cardiovasculares y diferentes tipos de cáncer. Las mediciones antropométricas constituyen una forma sencilla de detectar obesidad. Sin

¹ Universidad Católica de Santiago del Estero – Departamento Académico San Salvador/ Instituto de Biología de la Altura (INBIAL) – Universidad Nacional de Jujuy (UNJU)/ Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA – CONICET). E-mail: gabrielarevollo@gmail.com.

² Universidad Católica de Santiago del Estero – Departamento Académico San Salvador/ Instituto de Biología de la Altura (INBIAL) – Universidad Nacional de Jujuy (UNJU)/ Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA – CONICET). E-mail: majoo.bustamante@gmail.com.

³ Universidad Católica de Santiago del Estero – Departamento Académico San Salvador. E-mail: carrilmariadaniela@gmail.com.

⁴ Universidad Católica de Santiago del Estero – Departamento Académico San Salvador. E-mail: anatoconas_027@hotmail.com.

⁵ Instituto de Biología de la Altura (INBIAL) – Universidad Nacional de Jujuy (UNJU)/ Instituto de Ecorregiones Andinas (INECOA – CONICET). E-mail: ealfaro@inbial.unju.edu.ar.

⁶ Universidad Católica de Santiago del Estero – Departamento Académico San Salvador. E-mail: estelaroman13@hotmail.com.

embargo, resulta difícil obtener datos con exactitud y precisión en grandes poblaciones. Por esta razón, se están estudiando nuevas metodologías para hacer valoración nutricional, tales como el escaneo corporal 3D.

En Jujuy, se está trabajando en el marco del proyecto de investigación financiado por UCSE, denominado “Diagnóstico de obesidad y sobrepeso en población adulta del Noroeste Argentino: prueba piloto de aplicativo informático de escaneo corporal 3D”, para constituir una base de datos antropométricos y de imágenes 2D y 3D. Esta información permitirá desarrollar una aplicación para dispositivos móviles, que ayude a determinar y cuantificar la forma corporal, y estimar variables de interés para analizar y diagnosticar obesidad y condiciones similares con igual precisión que los métodos antropométricos actuales. El aplicativo informático combina hardware y software para configurar una imagen tridimensional luego de realizar un landmarking automático sobre el modelo del cuerpo humano. Es un procedimiento rápido, simple y no invasivo, que permitirá la obtención de variables antropométricas (medidas, áreas y volúmenes) derivadas de cálculos realizados sobre las coordenadas 3D de esos landmarks.

Palabras clave

Antropometría - Escaneo Corporal 3D – Jujuy - Obesidad.

Abstract

Obesity is a disease characterized by excessive accumulation of body fat which is harmful to health. The presence of such pathology increases the risk of developing other chronic diseases such as diabetes, cardiovascular diseases, and different types of cancer. Anthropometric measures are a simple way to detect obesity. However, it is difficult to obtain accurate and precise data in large populations. For

this reason, new methodologies for nutritional assessment, such as 3D body scan are being studied.

In Jujuy, work is being carried out within the framework of the research project called “Diagnosis of obesity and overweight in the adult population of the Argentine Northwest: pilot test of 3D body scan computer application”, to constitute an anthropometric database of 2D and 3D images which is funded by the Santiago del Estero Catholic University. This information will enable the development of an application for mobile devices, which will help to determine and quantify body shape, and estimate variables of interest to analyze and diagnose obesity and similar conditions with the same precision as current anthropometric methods. The computer application combines hardware and software to configure a three-dimensional image after performing an automatic landmarking on the human body model. It is a quick, simple, and non-invasive procedure, which will allow obtaining anthropometric variables (measurements, areas, and volumes) derived from calculations made on the 3D coordinates of these landmarks.

Key words

Anthropometry – Jujuy – Obesity - 3D Body Scan.

Introducción

La obesidad es una condición multifactorial compleja, influida por factores genéticos, fisiológicos, metabólicos, celulares, moleculares, sociales y culturales, caracterizada por un aumento ponderal, ligado sobre todo al incremento del tejido adiposo (Palou et al. 2002). Hoy en día, constituye una epidemia global que requiere medidas de vigilancia epidemiológica, prevención y atención específicas en niños y adultos (WHO, 1998). La prevalencia de esta enfermedad manifiesta una tendencia secular positiva en todos los grupos de edad, tanto en países desarrollados (Freedman

et al., 2005), como en vías de desarrollo de todos los continentes, incluidos los países latinoamericanos (WHO, 1998).

En estos últimos, paradójicamente, se observa que, pese a la persistencia y/o el incremento de las desigualdades en el acceso a los recursos nutricionales, la falta de promoción y educación para la salud, y las deficiencias en los servicios médicos, coexisten la obesidad con la pobreza, la desnutrición con el sobrepeso, configurando un nuevo paradigma nutricional (Peña y Bacallao, 2001).

Sumado a esto, la obesidad, junto con diabetes mellitus (tipo 2), hiperlipidemia, hiperinsulinemia e hipertensión arterial constituyen un grupo de enfermedades relacionadas entre sí, que conforman el síndrome metabólico (Baracco et al., 2007), y se engloban en el grupo de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) relacionadas a la nutrición. Para la OMS, la prevención y el control de estas patologías, constituye una prioridad por lo cual han planteado estrategias y planes de acción para un enfoque integrado de esta problemática basado en el tratamiento nutricional, la actividad física y el control de la salud (WHO, 1998).

En Argentina, la obesidad está reconocida como una enfermedad de interés nacional (Ley 26.396/08) e integrada al Programa Médico Obligatorio (Res. 742/2009). Según la 2° Encuesta Nacional de Nutrición y Salud (ENNyS 2, 2019), el 67,9% de la población adulta presenta exceso de peso (34% sobrepeso y 33,9% obesidad), resultado concordante con el obtenido por la 4° Encuesta Nacional de Factores de Riesgo (4° ENFR, 2018). La prevalencia de exceso de peso en el Noroeste argentino (NOA) fue 68,4%, superada sólo por la Patagonia y Cuyo (69,9% y 70% respectivamente); observándose en todo el país un aumento significativo de la prevalencia de ambas patologías en comparación a ediciones anteriores de estas encuestas de salud.

En general, en el NOA se dispone de muy poca información sobre prevalencia de obesidad y sobrepeso en adultos, y

sobre la prevalencia de otras ECNT que integran el síndrome metabólico. Bejarano et al. (2013) observaron en Jujuy prevalencias de sobrepeso que, de acuerdo a la altura sobre el nivel del mar, oscilaron entre 40% y 43% en varones y entre 29% y 35% en mujeres, y prevalencias de obesidad entre 22% y 27% y 20% y 32%, respectivamente. De acuerdo a un informe de la OMS (1995) sobre el crecimiento y desarrollo en distintas etapas de la ontogénesis, la nutrición y la salud de los adultos representan el “sostén económico de la sociedad”, tanto en sociedades agrícolas tradicionales como en países industrializados, razón por la cual es necesaria la obtención de datos antropométricos apropiados de referencia internacional en adultos.

Así es que el uso de la antropometría en esta población se ha centrado en la evaluación del riesgo de enfermedades crónicas asociadas al sobrepeso y la obesidad, y a la distribución de la grasa corporal. Para ello se ha recurrido a índices e indicadores basados en variables antropométricas de fácil medición y monitoreo, y de aplicación universal tal como el peso y la talla (con menor atención en pliegues adiposos subcutáneos y perímetros), y su variación interpoblacional. Excepto aquellos llevados a cabo con fines deportivos, los estudios antropométricos en adultos sanos contemporáneos argentinos son escasos (Bejarano et al., 2009, 2013).

Entre los diversos índices, el Índice de Masa Corporal (IMC) se ha popularizado para evaluar obesidad e indirectamente la adiposidad. Esto se debe a que: 1) el peso y la talla son variables antropométricas fáciles de relevar; 2) presenta una alta correlación con la grasa corporal total y porcentual evaluada por otros métodos; 3) presenta alta asociación con la morbi-mortalidad en todos los grupos de edad incluyendo niños y adolescentes. Sin embargo, el IMC no contempla la distribución de la adiposidad, aspecto importante en la obesidad como factor de riesgo cardiovascular por el proceso inflamatorio que genera la grasa abdominal, y más específicamente la visceral. Por otra

parte, dado que se observan variaciones étnicas del IMC, los puntos de corte definidos para diagnosticar sobrepeso y obesidad podrían no ser válidos en todas las poblaciones.

Deurenberg et al. (1998), recurriendo a metadatos, analizaron la relación entre el porcentaje de grasa corporal (%GC) y el IMC en 5 grupos étnicos, encontrando diferencias intra e interpoblaciones. Estas diferencias han sido también demostradas en poblaciones de Singapur (Deurenberg et al., 2003), Japón (Gallaher et al., 2000) y Hong Kong (Ko et al., 2000). Estos resultados tienen una importante implicancia clínica y sanitaria debido a que la prevalencia de obesidad podría ser sobre o subestimada si se emplean puntos de corte uniformes, alejados de la historia biológica de las poblaciones.

Tradicionalmente, la obtención de los datos antropométricos implicaba la toma manual, un procedimiento laborioso y extenso. A esto se suma que las mediciones varían dependiendo del observador, de su habilidad, del protocolo, incluso de la variación de un mismo observador a lo largo del día (Pargas et al., 1997). Todos estos factores llevaron a establecer normas internacionales para crear un estándar y poder comparar entre medidas tomadas por diversos observadores en distintos lugares, como la norma ISAK (Olds et al., 2006).

En los últimos años, se desarrollaron diversas tecnologías que permiten una antropometría más precisa, por ejemplo, el escaneo corporal en 3D. El escaneo, como sistema para la digitalización del cuerpo humano, existe desde hace más de 20 años, desarrollándose sistemas más poderosos y nuevos softwares para un uso más eficiente del dato resultante (D'apuzzo, 2009). Esta tecnología reduce el tiempo de toma de datos, no es invasiva, tiene un bajo costo y es fácil de operar, por lo que está altamente indicada para extenderse a aplicaciones clínicas de gran escala en encuestas epidemiológicas (Treleaven y Wells, 2007) y/o la recolección diacrónica o actualización periódica de bases de datos (Pargas et al., 1997). Los escaners 3D capturan una forma en segundos y con

exactitud, y permiten que una computadora extraiga cientos de mediciones, evitando los errores de transcripción de la medición manual (Treleaven y Wells 2007), como así también los errores intra e interobservadores de las mediciones antropométricas convencionales (Pargas et al., 1997).

El escaneo 3D comienza a generar un cambio en la forma de analizar el cuerpo humano a través de la estimación de la adiposidad. Lin et al. (2002) correlacionaron parámetros metabólicos con diversos índices: IMC, Índice Cintura-Cadera y uno, creado por los autores, denominado índice de salud que considera el área escaneada en 3D de pecho, cadera y cintura. Los resultados reflejaron una correlación positiva y significativa entre los índices y los indicadores de síndrome metabólico, relacionados con riesgo cardíaco (Reaven et al 1996).

Los escasos antecedentes existentes sobre la prevalencia de sobrepeso y obesidad en adultos del NOA y sus condicionantes justifican la necesidad de evaluar su composición corporal. Con ese propósito se está desarrollando un proyecto de investigación financiado por UCSE, denominado “Diagnóstico de obesidad y sobrepeso en población adulta del Noroeste Argentino: prueba piloto de aplicativo informático de escaneo corporal 3D”. La finalidad del mismo es colaborar con el Grupo de Investigación en Biología Evolutiva Humana (GIBEH) de la Universidad Nacional del Sur, en la confección de un aplicativo informático de escaneo corporal, para la construcción de una base de datos antropométricos y de imágenes 2D y 3D lo suficientemente robusta, que ayude a determinar y cuantificar la forma corporal, y estimar variables de interés para analizar y diagnosticar obesidad y condiciones similares con igual precisión que los actuales métodos antropométricos.

El objetivo general de este proyecto es analizar, en una muestra de la población adulta del NOA, la relación de posible concordancia/discordancia en el registro de fenotipos corporales mediante métodos antropométricos

clásicos y el empleo de aplicaciones informáticas de escaneo 3D.

Metodología

Enfoque Metodológico

Este proyecto se lleva a cabo empleando una lógica inductiva analítica, en un contexto de verificación de la aplicación para el diagnóstico de sobrepeso y obesidad. Se enfoca el mismo desde la modalidad de diseño cuantitativo.

Muestra

Se convocan individuos voluntarios de ambos sexos, mayores de 18 años, excluyendo a aquellos que presentan ascitis, hepatitis, cirrosis, hipotiroidismo, enfermedad hepática obstructiva, fallo renal crónico, embarazo (o un parto en el año anterior) o que consuman las siguientes drogas: agentes hipolipídicos, progestágenos, esteroides anabólicos, corticoides y bloqueantes beta.

Relevamiento antropométrico

Se registra en cada sujeto: talla (T), peso (P), perímetros: cintura (PCI), cadera (PCA) y porcentaje de grasa corporal. Todas las medidas las realizan personas entrenadas y certificadas de acuerdo a los protocolos de la International Society for the Advancement of Kinanthropometry (ISAK) y utilizando material homologado. El peso (kg) y la grasa corporal (%) se toman en una balanza digital con bioimpedancia tetrapolar (Tanita BC-568). La talla (cm) se registra con un antropómetro (precisión 1mm). Los perímetros (cm) se miden con una cinta antropométrica flexible e inextensible (precisión 1mm).

A partir de las mediciones antropométricas se determinan los índices: Índice de Masa Corporal -IMC- (P/T^2), Índice Cintura-Cadera -ICC- (PCI/PCA) e Índice Cintura-Talla -ICT- (PCI/T). Un valor de IMC <18.5 se considera bajo peso, entre 18.5 y 24.9 normopeso, entre 25 y 29.9 kg/m² se

considera sobrepeso, mientras que uno mayor a 30Kg/m², obesidad. Para los otros indicadores de exceso de adiposidad los puntos de corte son: a) con el PCI, obesidad abdominal >102cm en varones y >88cm en mujeres; b) ICC ≥ 1.00 en varones y ≥ 0.85 en mujeres y c) ICT ≥ 0.5 (Bejarano et al, 2013).

Escaneo corporal completo

El procedimiento paso a paso contempla que cada persona sea escaneada con la cámara de un dispositivo móvil (tablet) vistiendo ropa interior o prendas deportivas adheridas al cuerpo (sin modificar su forma), de pie, con los brazos extendidos, frente al sensor 3D en ocho planos diferentes (de frente, cuarto perfil, medio perfil, etc.). Una vez realizado el escaneo y validada su calidad, el software procede a emplazar coordenadas anatómicas (“landmarks”) sobre la superficie escaneada (e.g. en los codos, las tetillas, los ojos, los tobillos, etc.) y calcula medidas, áreas y volúmenes de interés. El modelo 3D generado carece de texturas a detalle fotográfico, preservando así la intimidad del participante (Figuras 1 y 2).

La interfase gráfica planteada es sumamente versátil, la aplicación se vincula a un espacio de almacenamiento virtual permitiendo realizar análisis en fase de diagnóstico o seguimiento del tratamiento, evaluaciones en forma remota enviando la información a otros dispositivos y generar informes a demanda del profesional. Como información adicional, el software contempla la inclusión de valores de referencia tabulados para cada medición.

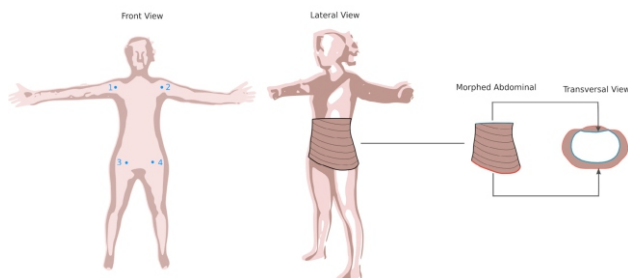


Figura 1.
Muestras de escaneos 3D del conjunto de datos. Configuración de referencia utilizada para la extracción automática de Landmarks corporales definidos como: 1 a 2, articulación del hombro 3 a 4, punto de articulación de la cabeza del fémur en la cadera (Extraído de Navarro, P et. al 2019).

Relevamiento sociodemográfico y nutricional

A cada participante se le realiza una encuesta con el fin de contextualizar el entorno diario de la persona y correlacionar sus resultados con el acceso a la educación, a las estructuras sanitarias, su estilo de vida, pautas de salud, etc. También se incluyen preguntas sobre antecedentes de salud y hábitos alimentarios.

Resultados esperados

Teniendo en cuenta que los especialistas en el campo de la nutrición son los encargados de llevar adelante el diagnóstico y tratamiento de la obesidad, tanto en la fase diagnóstica como en el seguimiento de la evolución de la enfermedad, los mismos recurren a una Valoración Nutricional con Antropometría (código 104 en el Nomenclador de la Asociación Argentina de Dietistas y Nutricionistas Dietistas – AADYND) que muchas veces es realizada sólo parcialmente, a causa de la dificultad que conlleva tomar una batería de medidas antropométricas durante el escaso tiempo de la consulta, el costo del

instrumental antropométrico, el entrenamiento necesario para tomar estas medidas con un nivel de error aceptable, el grado de invasión que conllevan, etc.

Como corolario, puede decirse que la antropometría no está siendo empleada a fondo en el diagnóstico y seguimiento del tratamiento de la obesidad, y se recurre sólo al IMC como estimador indirecto, con los errores que esto implica.

Por lo expuesto anteriormente, el proyecto planteado contribuiría a superar el desuso de la antropometría durante el tratamiento de los trastornos alimentarios, mediante la validación del escaneo 3D para el diagnóstico de sobrepeso y obesidad. De esta manera, el escaneo tridimensional del cuerpo humano, y la posterior derivación de una batería completa de variables antropométricas homologadas internacionalmente, permitirá reforzar las herramientas con que cuenta el especialista en nutrición y lograr mayor precisión y rapidez en la evaluación y el diagnóstico de la malnutrición por exceso tanto a nivel individual como poblacional.

Adicionalmente, los datos relevados conformarían una plataforma nacional que dotaría al país de un sistema de muestreo sobre la población general, que brinde información sobre el estado nutricional.

El método propuesto para el análisis de la forma del cuerpo va más allá de los índices tradicionales y engorrosos y alcanza un alto grado de precisión multivariante con lo que puede usarse para analizar grandes conjuntos de datos epidemiológicos. Al facilitar la captura de la forma del cuerpo, este enfoque proporciona un conjunto de medidas, perímetros y proporciones que, colectivamente, representan un método rápido, no invasivo, económico y fácil de usar que puede incorporarse a la investigación y la práctica clínica centrada en obesidad y trastornos relacionados. Esta herramienta, enfocada en medir la adiposidad central, se puede adaptar a conjuntos de datos de imágenes en 3D de diferentes poblaciones, cada una de ellas con características biológicas particulares. (Navarro, P

et.al2019)

Además, el relevamiento realizado en este proyecto permitirá recabar información sobre factores económicos (condicionantes del estado nutricional) y sobre otros aspectos involucrados en la compleja relación entre salud, nutrición y sociedad.

A la hora de planificar políticas de asistencia sanitaria, no debe hacerse énfasis sólo en la enfermedad, sino en las personas que la padecen y que viven en un contexto social particular. Teniendo el conocimiento de la población con problemas nutricionales, pueden desarrollarse programas de promoción de alimentación saludable y actividad física, lo que resulta en un beneficio para la salud individual y colectiva.

Bibliografía

Baracco R, Mohanna S, Seclén S. A comparison of the prevalence of metabolic syndrome and its components in high and low altitude populations in Perú. *Metabolic Syndrome and Related Disorders* 5(1):67-74. 2007.

Bejarano IF, Alfaro EL, Torrejón I, Pacheco JL, et al. Composición corporal y adiposidad en adultos jujeños de distintos niveles altitudinales. *Rev Argent Antropol Biol*; 15(1):29-36. 2013.

Bejarano IF, Dipierri JE, Andrade A, Alfaro EL. Geographic altitude, surnames, and height variation of Jujuy (Argentina) conscripts. *Am J Phys Anthropol*. 138(2): 158-163. 2009.

D'apuzzo, N. Recent advances in 3D full body scanning with applications to fashion and apparel. En: Gruen, A., Kahmen, H. (Eds.), *Optical 3-D Measurement Techniques IX*, Vienna, Austria. 2009.

Deurenberg, P., M Deurenberg-Yap, L.F. Foo, G.Schmidt and J Wang. Differences in body composition between Singapore Chinese, Beijing Chinese and Dutch children. *Eur. J. Clin. Nutr*. 57: 405-9. 2003.

Deurenberg, P., M. Yap, and WA van Staveren. Body mass index and percent body fat: a meta analysis among

- different ethnic groups. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 22:1164-71. 1998.
- 4° ENFR. 4° Encuesta Nacional de Factores de Riesgo. Ministerio de Salud y Desarrollo Social, Presidencia de la Nación. Argentina, 2019.
- ENNyS 2. 2° Encuesta Nacional de Nutrición y Salud. Ministerio de Salud y Desarrollo Social, Presidencia de la Nación. Argentina. 2019.
- Ferrante D, Linetzky B, Konfino J, King A, Virgolini M, Laspiur S. Encuesta Nacional de Factores de Riesgo 2009: evolución de la epidemia de enfermedades crónicas no transmisibles en Argentina. Estudio de corte transversal. *Rev Argent Salud Pública* 2(6):34-41. 2011.
- Freedman D.S., Wang J., Maynard L.M., Thornton J.C., Mei Z., Pierson R.N., Dietz W.H., Horlick M. Relation of BMI to fat and fat-free mass among children and adolescents. *International Journal of Obesity*, 29,1:1-8. 2005.
- Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *Am J Clin Nutr.* 72(3):694-701. 2000.
- Ko, GT, Chan, JC, Tsang, LW, Yeung, VT, Chow, CC, & Cockram, CS. Outcomes of screening for diabetes in high-risk Hong Kong Chinese subjects. *Diabetes Care*, 23(9), 1290-1294. 2000.
- Lin JD, Chiou WK, Weng HF, Tsai YH, Liu TH. Comparison of three-dimensional anthropometric body surface scanning to waist-hip ratio and body mass index in correlation with metabolic risk factors. *J Clin Epidemiol.* 55(8):757-66. 2002.
- Navarro P, Ramallo V, Cintas C, et al. Body shape: Implications in the study of obesity and related traits. *Am J Hum Biol.* 2019; e23323. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23323>
- Olds, TSA, Carter, L, & Marfell-Jones, M. International Society for the Advancement of Kinanthropometry: International standards for anthropometric assessment. *Internat. Society for the Advancement of Kinanthropometry.* 2006.

Organización Mundial de la Salud (OMS). El estado físico: uso e interpretación de la antropometría. Informe de un Comité de Expertos de la OMS. Serie de Informes Técnicos N° 854. 1995.

Palou, A.; Picó, C.; Roca, P.; Sánchez, J.; Rodríguez, S. Bases genético-moleculares en el desarrollo de la obesidad. *Medicina Estética*. nº3. 2002.

Pargas RP, Staples NJ y Davis JS. Automatic Measurement Extraction for Apparel from a Three-dimensional Body Scan. *Optics and Lasers in Engineering* 28:157-172. 1997.

Peña M, Bacallao J. La obesidad y sus tendencias en la región. *Pan Am J Public Health* 10(2):75-77. 2001.

Reaven GM, Lithell H, Landsberg L. Hypertension and associated metabolic abnormalities: the role of insulin resistance and the sympathoadrenal system. *N Engl J Med*. 334:374–81. 1996.

Treleaven P, Wells J. 3D Body Scanning and Healthcare Applications. IEEE Computer Society. 2007.

WHO (World Health Organization). Obesity: Preventing and Managing. The Global Epidemic. Report of a WHO Consultation on Obesity. Geneva: WHO. 1998.