

2. Marco técnico

2.1 Introducción

La antropometría ha sido aplicada ampliamente y con éxito en la evaluación de los riesgos nutricionales y para la salud, en especial en los niños. Estudios publicados recientemente han perfeccionado la interpretación de los indicadores antropométricos en algunos contextos operativos (1), pero las publicaciones ofrecen muy poca orientación en cuanto a otros usos apropiados de la antropometría. No se conocen bien las repercusiones de usos específicos en la elección de los indicadores y la interpretación de los resultados, aun cuando la selección correcta de los mejores indicadores antropométricos depende por completo de los propósitos para los cuales se aplican (2).

En esta sección se examinan los fundamentos técnicos que sustentan los diversos usos de los indicadores antropométricos, empleando principios de la bioestadística aplicada y la epidemiología. Para el público en general, se explican esos principios sin ecuaciones; los lectores interesados en un tratamiento técnico más complejo pueden consultar las publicaciones especializadas que se mencionan.

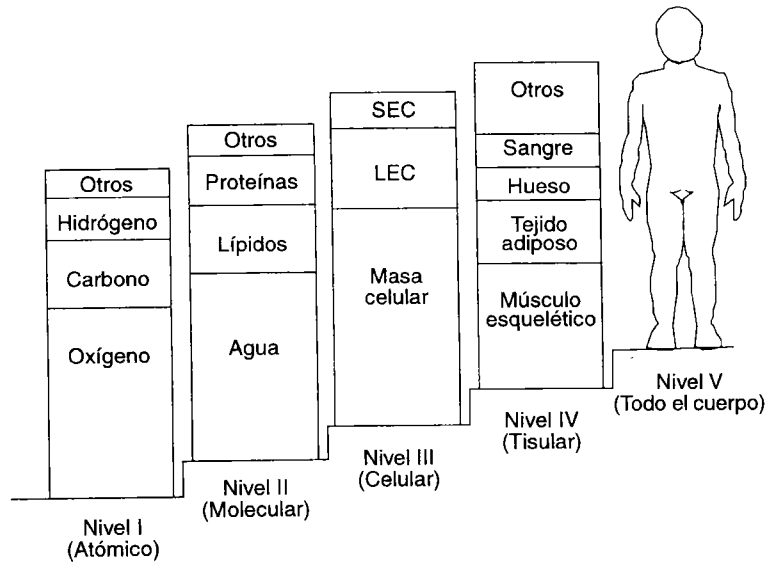
2.2 Niveles de la composición del cuerpo

Para una apreciación completa de la utilidad de la antropometría se requiere el conocimiento de los niveles estructurales de la composición del cuerpo humano. Recientemente se han producido avances importantes en modelos conceptuales que vinculan la antropometría con la composición del cuerpo, lo cual permite conocer los mecanismos fisiológicos representados por la antropometría (3).

En la figura 1 se muestran los cinco niveles de organización de la composición del cuerpo y sus principales compartimientos. En el nivel atómico, los principales elementos químicos son el oxígeno, el hidrógeno, el carbono, el nitrógeno, el calcio y el fósforo. Generalmente se realizan mediciones de estos elementos en todo el cuerpo con técnicas de investigación como el análisis de activación de neutrones, obteniendo importante información. Por ejemplo, el balance de nitrógeno es un indicador del recambio proteínico y el calcio total en el organismo es un indicador del contenido mineral óseo total.

El siguiente nivel de la composición del cuerpo comprende los principales compartimientos moleculares, como el agua, las proteínas, el glucógeno, los minerales (óseos y no óseos) y la grasa (fig. 2). El agua y los minerales óseos se pueden medir directamente, pero la

Figura 1
Modelo en cinco niveles de la composición del cuerpo^a



WHO 94677/S

Nota: SEC = sólidos extracelulares
 LEC = líquidos extracelulares

^a Datos reproducidos de la referencia 3, con la autorización de la Asociación Estadounidense de Nutrición Clínica.

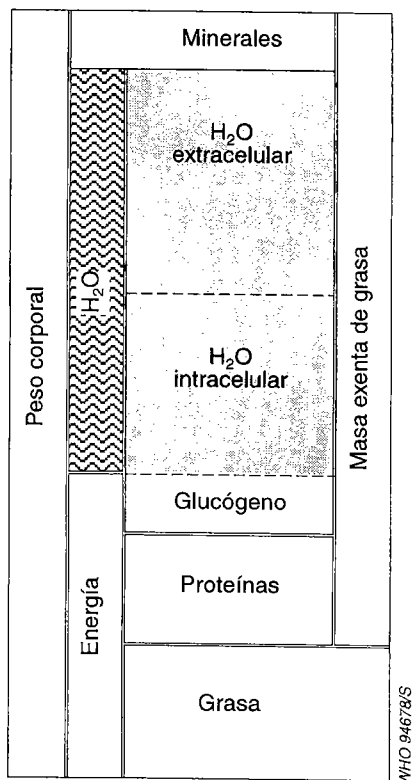
grasa, las proteínas, el glucógeno y los minerales no óseos deben ser estimados con técnicas indirectas. Cada uno de los varios métodos usados para estimar este último grupo de componentes se basa en supuestos que vinculan aspectos mensurables de la composición del cuerpo con el componente de interés. Por lo general se establecen métodos antropométricos para estimar la grasa total del cuerpo y la masa exenta de grasa (MEG) usando una de esas técnicas indirectas.

El nivel celular de la composición del cuerpo está constituido por las células, el líquido extracelular (LEC) y los sólidos extracelulares (SEC). Un modelo muy usado considera que la masa celular total está compuesta por dos componentes: la grasa (un compartimiento del nivel molecular) y la masa celular exenta de grasa, llamada masa celular corporal (MCC), donde se producen la mayoría de los procesos metabólicos. Las células son los principales compartimientos funcionales del cuerpo. Se han elaborado varias ecuaciones basadas en la antropometría para predecir la masa celular corporal en el nivel celular, pero su exactitud es controvertida y ninguna de ellas se usa ampliamente.

Figura 2

Principales componentes del peso corporal^a

El agua, las proteínas y los minerales presentes en la masa corporal exenta de grasa alcanzan proporciones medias de 0,725, 0,195 y 0,08; la cantidad de glucógeno varía entre 0,01 y 0,02; del 50% al 55% del agua es intracelular, y el resto se encuentra en el espacio extracelular.



^a Datos adaptados de la referencia 3, usados con la autorización de la Asociación Estadounidense de Nutrición Clínica.

El nivel de tejidos y sistemas de la composición corporal está constituido por los principales tejidos, órganos y sistemas; por lo tanto, el peso corporal equivale al tejido adiposo + los músculos esqueléticos + los huesos + la sangre + elementos residuales (órganos viscerales, etc.). El tejido adiposo incluye las células adiposas, los vasos sanguíneos y elementos estructurales, y es la localización primaria del almacenamiento de lípidos. Está situado principalmente en los compartimientos subcutáneos e internos o viscerales; su distribución está sometida a control genético y hormonal.

Existe una relación estable entre los diversos compartimientos de la composición del cuerpo. Es decir, hay relaciones cuantitativas estables entre los compartimientos en un mismo nivel y en los

diferentes niveles de la composición del cuerpo, que permanecen relativamente constantes durante un determinado tiempo (por lo general meses o años). Esto permite obtener información acerca de la composición del cuerpo en los diversos niveles mediante mediciones antropométricas efectuadas en todo el cuerpo. El envejecimiento y las enfermedades afectan estas relaciones cuantitativas y la antropometría constituye un instrumento para detectar los cambios resultantes.

2.3 Mediciones, índices e indicadores antropométricos

2.3.1 Mediciones

Las mediciones antropométricas básicas que se consideran en este informe son el peso y la talla, pero los principios derivados de esas mediciones se pueden aplicar a otras. En el anexo 2 se presentan los métodos para compilar los datos recomendados.

2.3.2 Índices

Los índices antropométricos son combinaciones de mediciones y resultan esenciales para la interpretación de éstas: es evidente que un valor para el peso corporal por sí solo no tiene significado a menos que esté relacionado con la edad o la talla de un individuo (4). Así, por ejemplo, las mediciones del peso y la talla se pueden combinar para obtener el índice de masa corporal (peso/talla²) o un índice ponderal (peso/talla³), o se puede vincular el peso con la talla mediante el empleo de datos de referencia. En los niños, los tres índices antropométricos usados más comúnmente son el peso para la talla, la talla para la edad y el peso para la edad; se utilizan otros índices para diferentes grupos fisiológicos o de edad, como el aumento de peso en el embarazo en el caso de las mujeres gestantes.

Es posible expresar los índices antropométricos en términos de puntuaciones *z*, percentiles o porcentajes de la mediana, que se pueden usar para comparar a un niño o un grupo de niños con una población de referencia. Se definen estos sistemas de notificación de los datos de la siguiente manera:

- Puntuación *z* (o puntuación de desviación estándar) (5, 6): la desviación observada del valor correspondiente a un individuo con respecto a la mediana de la población de referencia, dividida por la desviación estándar correspondiente a la población de referencia:

Puntuación *z* o puntuación de desviación estándar

$$= \frac{(\text{valor observado}) - (\text{valor de la mediana de referencia})}{\text{desviación estándar de la población de referencia}}$$

Un intervalo fijo en las puntuaciones z implica una diferencia fija en la talla o el peso para los niños de una determinada edad. Una ventaja importante de este sistema es que, en las aplicaciones en la población, permite calcular el promedio y la desviación estándar de un grupo de puntuaciones z .

- Percentil: rango correspondiente a un individuo en una determinada distribución de referencia, establecido según qué porcentaje del grupo es igualado o superado por el individuo. De este modo, un niño de una determinada edad cuyo peso cae en el percentil 10 pesa lo mismo o más que el 10% de la población de referencia de niños de la misma edad.

Los percentiles se usan corrientemente en la clínica porque su interpretación es directa. Sin embargo, el mismo intervalo de valores de percentiles corresponde a diferentes cambios en la talla o el peso absolutos, según la parte de la distribución que esté involucrada, y, por consiguiente, es inapropiado para calcular elementos estadísticos resumidos como los promedios y las desviaciones estándares de los percentiles. Además, hacia los extremos de la distribución de referencia hay poco cambio en los valores de los percentiles, cuando en realidad es considerable la modificación del peso o la talla.

- Porcentaje de la mediana: razón entre el valor medido en el individuo, por ejemplo el peso, y el valor de la mediana de los datos de referencia para la misma edad o talla, expresada como un porcentaje.

La principal desventaja de este sistema es la falta de una correspondencia exacta con un punto fijo de la distribución según la edad o la talla. Por ejemplo, según la edad del niño, el 80% de la mediana del peso para la edad podría estar por encima o por debajo de -2 puntuaciones z ; en términos de salud, esto daría como resultado una clasificación diferente del riesgo. Además, los valores límites típicos para el porcentaje de la mediana son distintos en los diferentes índices antropométricos; para aproximarse a un valor límite de -2 puntuaciones z , el valor límite usual de la talla baja para la edad es el 90% de la mediana, y los valores límites del peso bajo para la talla y el peso bajo para la edad equivalen al 80% de la mediana (7-9).

Si la distribución de los valores de referencia es una distribución normal (en forma de campana o gaussiana), los percentiles y las puntuaciones z se relacionan mediante una transformación matemática. Las comúnmente usadas puntuaciones z de -3 , -2 y -1

son, respectivamente, los percentiles 0,13, 2,28 y 15,8. Del mismo modo, los percentiles 1, 3 y 10 corresponden, respectivamente, a las puntuaciones z de $-2,33$, $-1,88$ y $-1,29$. Se puede ver que el percentil 3 y la puntuación z de -2 están muy próximos.

En el cuadro 1 se sintetizan y comparan las principales características de los tres sistemas de notificación de los datos. En otro estudio se encontrará una exposición detallada de las limitaciones y los aspectos positivos de esos sistemas (9); el breve examen anterior tiene el propósito de indicar las razones por las que se ha preferido el sistema de las puntuaciones z .

El empleo de índices derivados de los datos de referencia es apropiado para muchos propósitos, pero, en ciertos casos, hay mejores formas de ajustar los valores antropométricos para la edad y el sexo, por ejemplo mediante el análisis multifactorial (5) o el análisis residual (10). No obstante, estos métodos en general son más adecuados para la investigación y no se examinarán en este informe.

Es importante señalar que la precisión de todos los índices derivados de datos de referencia específicos para la edad depende del conocimiento exacto de la edad; cuando no se cuenta con esta información, el empleo de índices tales como la talla para la edad puede llevar a una clasificación errónea (11).

2.3.3 Indicadores

El término «indicador» se refiere al empleo o aplicación de los índices. El indicador a menudo se establece a partir de índices; así, la proporción de niños por debajo de un cierto nivel de peso para la edad se usa mucho como indicador del estado de la comunidad.

Todos los índices antropométricos examinados en este informe se vinculan con el tamaño y la composición del cuerpo. A veces éste es

Cuadro 1

Comparación de las características de los tres sistemas de notificación de datos antropométricos

Característica	Puntuación z	Percentil	Porcentaje de la mediana
Concordancia con la distribución de referencia	Sí	Sí	No
Escala lineal que permite dar datos estadísticos resumidos	Sí	No	Sí
Criterios uniformes en todos los índices	Sí	Sí	No
Util para detectar cambios en los extremos de las distribuciones	Sí	No	Sí

el único tipo de relación que se puede inferir; los índices deben llamarse entonces indicadores del tamaño o la composición del cuerpo, más que indicadores de la nutrición o la salud. Según las circunstancias, el mismo índice antropométrico puede ser influido igualmente por la nutrición y la salud, o más por una que por la otra; por consiguiente, puede considerarse un indicador de la nutrición, de la salud o de ambas. En ciertos casos, se puede usar el índice como un indicador distal o indirecto de la situación socioeconómica o de sus desigualdades: si el índice es genuinamente influido por estos factores, aun cuando de manera indirecta por conducto de la nutrición y la salud, puede ser considerado un indicador socioeconómico o de la equidad.

Una proporción considerable de la variabilidad de un indicador nutricional válido obedece a las diferencias en la nutrición. Sin embargo, en cualquier indicador dado esa proporción puede variar en las distintas poblaciones o en una misma población. Por ejemplo, el índice de masa corporal (IMC), la razón entre el peso y el cuadrado de la talla, es un buen indicador de la variabilidad de las reservas energéticas en los individuos con un estilo de vida sedentario, pero no en los atletas; asimismo, el peso bajo al nacer refleja la malnutrición materna en las madres que son demasiado delgadas, pero no en las que tienen sobrepeso.

No es raro que erróneamente se interprete que un indicador refleja la nutrición o algún otro factor, cuando no es así. Esto puede llevar a la orientación inadecuada de los programas de intervención. Por ejemplo, el suministro de suplementos energéticos a las madres en una determinada zona, basado únicamente en la prevalencia del peso bajo al nacer, no tendrá éxito si es frecuente en la zona el hábito de fumar. Para que el peso bajo al nacer sea útil como indicador del estado nutricional en esa población, debe estar «condicionado» al estado nutricional de las madres; es decir, hay que tener en cuenta otros factores al evaluar el estado nutricional de las poblaciones a partir de indicadores que se consideran nutricionales. De este modo, la prevalencia en la población del factor nutricional o de salud de interés *condiciona* la interpretación de un indicador antropométrico.

La elección y el condicionamiento de los indicadores dependerán en última instancia de las decisiones que se tomarán sobre la base de la información obtenida. En este informe siempre se intenta relacionar los indicadores con las medidas que se tomarán en beneficio de los individuos o las poblaciones.

2.4 Selección de los indicadores antropométricos

Se pueden clasificar los indicadores antropométricos conforme a los propósitos de su empleo, que incluyen los siguientes objetivos (el orden de la enumeración está determinado por diversas consideraciones metodológicas que se examinan más adelante):

- *Identificación de individuos o poblaciones expuestos al riesgo.* En general, para esto se requieren datos basados en indicadores de deficiencias en el rendimiento, la salud o la supervivencia. Según el objetivo específico, los indicadores antropométricos deben:
 - reflejar el riesgo pasado o actual, o
 - pronosticar el riesgo futuro.

Un indicador puede reflejar el riesgo actual y el futuro; por ejemplo, un indicador de la malnutrición actual también puede ser una variable predictiva de un mayor riesgo de mortalidad en el futuro. No obstante, un indicador que refleje problemas pasados tal vez no tenga valor como elemento predictivo del riesgo futuro; por ejemplo, la detención del crecimiento en la primera infancia como resultado de la malnutrición puede persistir durante toda la vida (1), pero, con la edad, probablemente se vuelva menos fiable como variable predictiva del riesgo futuro.

Los indicadores de este tipo se podrían usar al aplicar el criterio de riesgo en la identificación de los problemas de salud y las posibles intervenciones (12), aunque, como se examina más adelante, el criterio de riesgo puede tener poco valor para pronosticar el *beneficio* que proporcionarán las intervenciones. Sin embargo, un indicador del riesgo podría usarse apropiadamente para establecer primas más altas en los seguros de vida para los individuos obesos, a causa del mayor riesgo de defunción.

- *Selección de individuos o poblaciones para una intervención.* En esta aplicación, los indicadores deben:
 - pronosticar el beneficio que se obtendrá con la intervención.

No se tiene muy en cuenta la distinción entre indicadores del riesgo e indicadores del beneficio, a pesar de que es fundamental para planificar y orientar las intervenciones. Algunos indicadores del riesgo actual o futuro también pueden predecir el beneficio, pero no siempre es así. La talla materna baja, por ejemplo, pronostica el peso bajo al nacer, pero, en contraste con el peso materno bajo en la misma población, no predice que la mejora de la alimentación de las embarazadas producirá algún beneficio. Por la misma razón, las variables predictivas del beneficio tal vez no sean adecuadas para pronosticar el riesgo.

La antropometría proporciona indicadores importantes del desarrollo socioeconómico general entre los integrantes más pobres de una población. La detención del crecimiento en los niños y los adultos refleja condiciones socioeconómicas que no favorecen la buena salud y una nutrición adecuada: por consiguiente, se puede usar con eficacia la detención del crecimiento en los niños pequeños para orientar los programas de desarrollo.

- *Evaluación de los efectos de cambiar las influencias nutricionales, de la salud o socioeconómicas, incluyendo las intervenciones.* Para este propósito, los indicadores deben:

— reflejar la respuesta a las intervenciones anteriores y actuales.

La modificación del peso para la talla es un buen ejemplo de un indicador de la respuesta en un niño que sufre consunción, cuya malnutrición es tratada. A nivel de la población, una disminución de la prevalencia de la detención del crecimiento es un indicador de que el desarrollo social está beneficiando a los pobres y también a las personas de situación relativamente próspera. Asimismo, una disminución de la prevalencia del peso bajo al nacer indicaría el éxito de la lucha contra el paludismo en las embarazadas (13).

Al describir un indicador de la respuesta, hay que tener en cuenta el posible intervalo entre el comienzo de una intervención y el momento en que se manifiesta una respuesta. A nivel individual, un lactante que sufre consunción responderá a una mejor nutrición primero aumentando de peso y luego mediante un crecimiento lineal compensatorio. No obstante, a nivel de la población pueden pasar decenios antes de que se observen mejorías en la talla de los adultos (14).

- *Exclusión de algunos individuos de los tratamientos de alto riesgo, de empleos o de ciertos beneficios.* Las decisiones concernientes a la inclusión de un individuo en un tratamiento de alto riesgo, el empleo en un determinado medio (por ejemplo, una ocupación que requiera una considerable fuerza física) o la concesión de ciertos beneficios (por ejemplo, primas bajas del seguro de vida), o su exclusión de ellos, dependen de indicadores que:

— pronostiquen la ausencia de riesgo.

Se supuso que los indicadores antropométricos de la ausencia de riesgo eran los mismos que predicen el riesgo, pero investigaciones recientes han revelado que no siempre es así (15). En los estudios mencionados, los indicadores del crecimiento deficiente fueron menos eficaces que otros indicadores para pronosticar el crecimiento adecuado.

- *Concordancia con las normas.* Para evaluar la concordancia con las normas se requieren indicadores que:
 - reflejen la «normalidad».

Algunas actividades parecen no tener más objetivo que estimular a los individuos a ajustarse a ciertos patrones o normas. Por ejemplo, la obesidad moderada en los ancianos no se asocia con mala salud o un mayor riesgo de mortalidad y, por consiguiente, el control del peso en este grupo de edad se basa únicamente en distribuciones normativas.

- *Propósitos de la investigación que no implican decisiones que afecten la nutrición, la salud o el bienestar.* Los requisitos de estos objetivos en cuanto a indicadores, ya sea en relación con individuos o poblaciones enteras, exceden el ámbito de este informe. La necesidad de establecer modelos biológicos, del comportamiento y epidemiológicos apropiados en los análisis implica a menudo que algunos indicadores más sencillos, incluidos algunos examinados en este informe, pueden ser inadecuados para los propósitos de la investigación.

Tal vez existan diferencias en la interpretación de los indicadores antropométricos en función de su aplicación a individuos o a poblaciones. Por ejemplo, si bien un indicador reflector, como la presencia de marasmo, significa que existe actualmente malnutrición en un determinado niño, un aumento repentino del marasmo en una población puede ser predictivo de hambruna futura. La idoneidad de los indicadores depende entonces de los objetivos específicos de su empleo y las investigaciones apenas comienzan a abordar esta especificidad y sus repercusiones. Por ejemplo, poco se sabe sobre cómo el empleo de distintos valores límites para los índices antropométricos responde a objetivos diferentes. En consecuencia, este informe debe ser en gran medida provisional en sus recomendaciones concernientes al acoplamiento de los indicadores y las aplicaciones, y debe considerarse una base para futuras mejoras en la investigación.

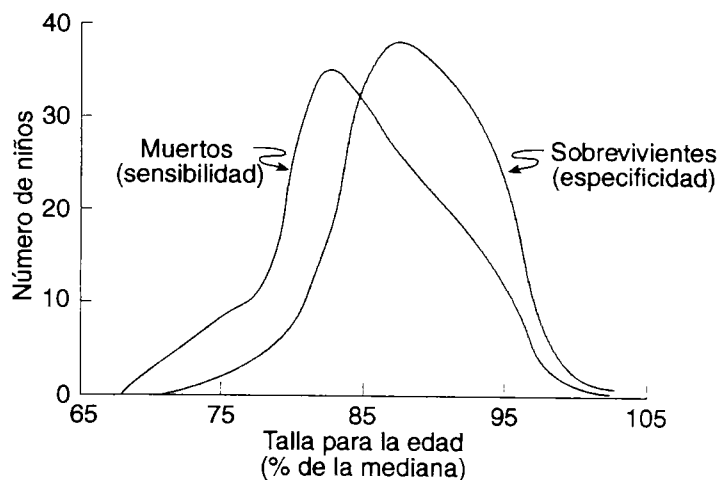
2.5 Sensibilidad y especificidad de los indicadores

Un buen indicador es el que refleja mejor el problema en cuestión o predice un determinado resultado. El examen de la metodología para seleccionar los indicadores y valores límites apropiados se centra en los riesgos para la salud, ya que se ha trabajado poco en la selección de indicadores para otros objetivos. En los ejemplos siguientes se usa el riesgo de mortalidad.

Se han empleado dos métodos para identificar las variables antropométricas que muestran una asociación con la mortalidad. En el primero se recurre a procedimientos estadísticos clásicos que describen las relaciones entre los índices antropométricos y la muerte (por ejemplo, los cuadrados mínimos ordinarios y la regresión logística (5)). El segundo, que se examina a continuación, se basa sencillamente en la exactitud con que el indicador separa a los individuos que morirán de aquellos que sobrevivirán, y es intuitivamente más evidente para los profesionales en salud pública que se ocupan de la detección. Sin embargo, ambos métodos están relacionados (16).

Una prueba de detección sirve para identificar a los individuos expuestos al riesgo sobre la base de un indicador y un valor límite específico. Entre los individuos que morirán, la proporción que son identificados como casos mediante la prueba representa una medida de la *sensibilidad* de la prueba de detección. La sensibilidad puede mejorarse cambiando el valor límite para identificar a más personas expuestas al riesgo. Se ilustra esto en la figura 3, que muestra el número de niños con distintos valores de la talla para la edad que fallecieron, es decir, la distribución de las frecuencias de la sensibilidad. Cuando se eleva el valor límite del 65% de la mediana al 100% de la mediana, la sensibilidad aumenta de 0 al 100% porque

Figura 3
Distribución porcentual de la frecuencia de la talla para la edad según una supervivencia de 2 años^a



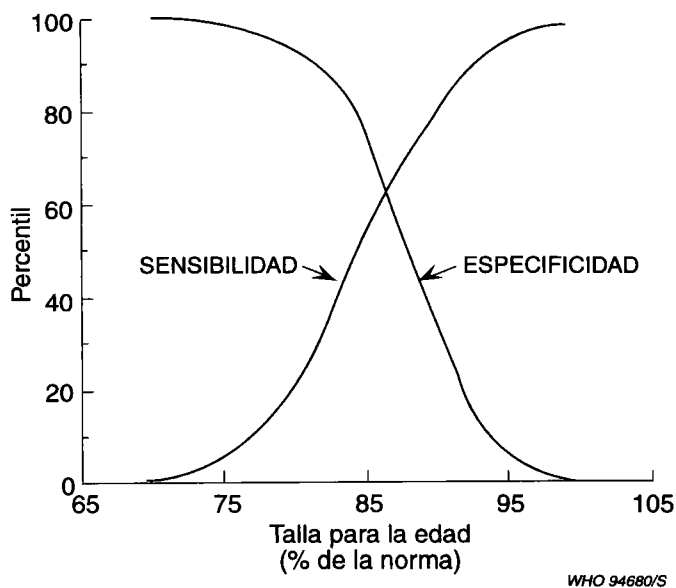
^a Datos adaptados de la referencia 17, usados con la autorización de la Asociación Estadounidense de Nutrición Clínica.

mejora la determinación de los niños expuestos al riesgo. En la figura 4 se muestra en forma acumulativa esta distribución de la sensibilidad.

Como la sensibilidad de una prueba se modifica según el valor límite, no se puede usar la sensibilidad sola para comparar indicadores. También es esencial considerar si la prueba de detección excluye con exactitud a aquellos que no morirán. Esta es la *especificidad* de la prueba. Su distribución de frecuencias se muestra también en la figura 3. Cuando se reduce el valor límite del 105% de la mediana al 67% de la mediana, aumenta la proporción de individuos excluidos por la prueba, como muestra la figura 4.

En la figura 3 se observa una considerable superposición de los valores antropométricos entre las distribuciones de la sensibilidad y la especificidad. Esto era previsible ya que la sensibilidad y la especificidad se relacionan en forma inversa: al aumentar una (cambiando el valor límite) se produce una disminución de la otra, como se observa en la figura 4.

Figura 4
Trazado percentílico de los valores de la sensibilidad y la especificidad correspondientes a la talla para la edad calculados a partir de la figura 3^a



^a Datos adaptados de la referencia 17, usados con la autorización de la Asociación Estadounidense de Nutrición Clínica.

A menudo se supone que los valores de la sensibilidad y la especificidad son constantes en los indicadores y que no son afectados por la prevalencia o la incidencia del trastorno en cuestión. No obstante, otros elementos descriptivos de las pruebas de detección, como el valor predictivo positivo, son afectados por la prevalencia y esto los hace inapropiados para comparar los indicadores en distintas poblaciones (18).

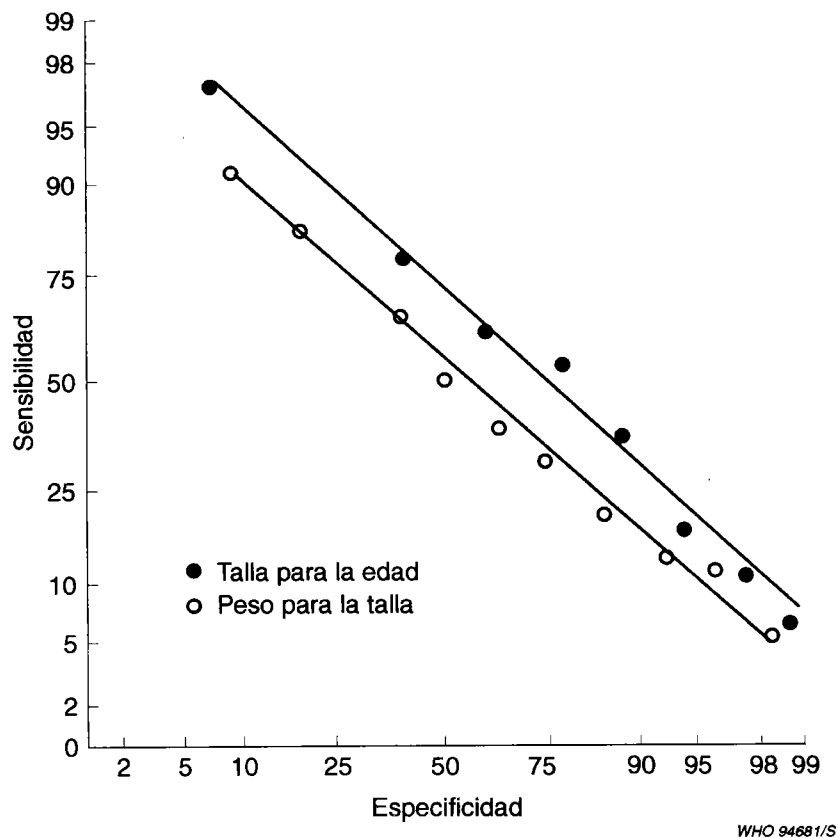
La especificidad y la sensibilidad son afectadas por los procesos biológicos y del comportamiento que vinculan al indicador con los resultados de interés en distintas circunstancias. Por ejemplo, cuando el peso bajo al nacer obedece principalmente a la «prematuridad» — muy vinculada a la tasa de mortalidad neonatal temprana — su sensibilidad como indicador de la mortalidad será mayor cuando sea causado principalmente por el retraso del crecimiento intrauterino, que se asocia menos con la tasa de mortalidad. En consecuencia, cuando son varios los factores que pueden influir en los resultados, es de esperar que habrá variabilidad en las distribuciones de la sensibilidad y la especificidad (19). Se puede esperar una mayor constancia en los indicadores que pronostican o miden la respuesta a una intervención con un resultado bien establecido. Por esta razón, las modificaciones del peso y del perímetro de la parte media del brazo son más sensibles que la talla a las influencias periódicas a corto plazo (20), pero, a largo plazo, la talla en general responde más que el peso a una mejor ingesta alimentaria (21).

2.6 Selección del mejor indicador

Las ventajas relativas de la sensibilidad y la especificidad se pueden representar gráficamente trazando los valores de la probabilidad de la sensibilidad en comparación con los correspondientes a la especificidad, usando diversos valores límites (véase la fig. 5) con el fin de obtener una curva de «características funcionales (o relativas)» (CF) que permita comparar los indicadores en toda su amplitud.

Con una determinada especificidad, la talla para la edad tiene mayor sensibilidad que el peso para la talla (fig. 5) en la identificación de quienes morirán en los dos años siguientes en la población estudiada. Por consiguiente, con cada grado de sensibilidad y de especificidad la talla para la edad genera menos errores de clasificación que el peso para la talla. En este contexto, la talla para la edad es entonces el mejor indicador. Si las curvas en la presentación de las CF sometidas a la transformación z son paralelas, un indicador es obviamente el mejor en todas las amplitudes; no obstante, si las curvas de las CF se cruzan, probablemente un indicador sea mejor en una amplitud de valores mientras que el otro sea mejor en otra amplitud.

Figura 5
Relaciones entre la sensibilidad (%) y la especificidad (%) de la talla para la edad y el peso para la talla al predecir una supervivencia de dos años^a



^a Datos tomados de la referencia 17, usados con la autorización de la Asociación Estadounidense de Nutrición Clínica.

En otros trabajos se han descrito métodos estadísticos para seleccionar el mejor indicador (16). Cuando se van a comparar los indicadores con el fin de seleccionar el mejor, los resultados pueden ser engañosos si el valor límite es escogido *antes* de seleccionar un determinado indicador: no existe un valor límite mejor *a priori* para los propósitos de la comparación.

En el ejemplo anterior, la muerte y la supervivencia fueron la base para dividir la población en distribuciones de la sensibilidad y la especificidad, respectivamente. Para identificar el mejor indicador de la respuesta, se debe dividir a la población sobre la base de la aplicación o no del tratamiento (22); si el propósito es pronosticar el beneficio e identificar las características asociadas con la mejor

respuesta, hay que dividir a la población en los individuos que responden a la intervención y los que no responden.

2.7 Empleo de la antropometría en los individuos

A nivel de los individuos, se usa la antropometría para identificar a las personas que necesitan una consideración especial o para evaluar la respuesta de esa persona a alguna intervención.

2.7.1 *Detección con una medición para orientar una intervención*

Las pruebas para detectar la malnutrición o la enfermedad tienen valor únicamente cuando se cuenta con un tratamiento eficaz para el trastorno (23). Este principio a menudo es pasado por alto en el contexto de la detección antropométrica de la malnutrición. Además, la detección antropométrica tal vez sea la *única* medida tomada antes de llegar a las decisiones sobre una intervención, en particular en las situaciones de emergencia. Sin embargo, históricamente se ha considerado la detección sencillamente como un *primer* paso (23, 24), es decir, la primera de una serie de pruebas cada vez más específicas que conducirán a una intervención eficaz. Por consiguiente, es evidente que, cuanto menos específicas para la intervención prevista sean las pruebas iniciales, más importantes serán las pruebas de detección subsiguientes.

La detección antropométrica se basa en un indicador para el cual se escoge un valor límite (o varios) con el fin de clasificar a los individuos para las distintas decisiones. Los interrogantes fundamentales que debe responder la detección antropométrica son:

- ¿Es el indicador el mejor para la decisión que se deberá tomar?
- ¿Son los valores límites los mejores para seleccionar a los individuos y asegurar la acción necesaria?

En la sección 2.6 se abordó el primer interrogante; la sección siguiente se refiere a la selección de los valores límites.

Selección del mejor valor límite

A menudo se recomiendan valores límites universales, pero esos valores son apropiados únicamente cuando se cuenta con recursos adecuados para tratar a todos los individuos seleccionados para la intervención y cuando ésta no causa efectos secundarios adversos. En esos casos, no tiene importancia que una gran proporción de quienes reciben la intervención no se beneficien con ella. El valor límite debe ser establecido con una sensibilidad del 100%, de tal modo que sean tratadas todas las personas expuestas al riesgo que *puedan* beneficiarse con la intervención.

Por lo común se establecen los valores límites sobre la base de la experiencia obtenida en poblaciones prósperas, que muestra que la proporción de los individuos identificados mediante una prueba que podrían beneficiarse es suficiente para justificar otras medidas de diagnóstico. Generalmente se describen esos valores límites en términos de puntuaciones z , percentiles o el porcentaje de una mediana normativa porque, históricamente, se usaron datos de referencia de poblaciones sanas para establecer esos valores. No obstante, esos datos de referencia sólo dan información acerca de los individuos sanos que no pueden beneficiarse con la intervención; no proporcionan ningún indicio de la sensibilidad, necesaria para establecer el valor límite. Aun así, a pesar de la deficiente base teórica de que se dispone para usar los datos de referencia en esta forma, estos valores límites han sido ensayados empíricamente en poblaciones prósperas y ahora son de uso ordinario; no deben ser abandonados hasta que se hayan convalidado otros valores límites basados en principios más sólidos.

En ciertas situaciones, es importante la distribución de la especificidad entre las personas que no pueden beneficiarse con una intervención: cuando la proporción de la población que podría beneficiarse es baja y la intervención causa efectos secundarios adversos. La introducción de la alimentación suplementaria para un lactante exclusivamente amamantado, en especial en las zonas donde son frecuentes la contaminación de los alimentos y las infecciones, probablemente entre en esta categoría ya que los nuevos alimentos pueden originar riesgos innecesarios para la salud del niño (25, 26). Tal vez cierto déficit de la nutrición sea menos nocivo que la introducción de alimentos en potencia contaminados y, en este caso, la especificidad sería más importante que la sensibilidad al establecer el valor límite.

Equilibrio de las necesidades y los recursos en una población

Cuando los recursos son insuficientes para apoyar la intervención para *todos* los individuos que pudieran necesitarla, se deben escoger valores límites que permitan aumentar al máximo la cantidad de individuos en riesgo que *pueden* ser tratados. Idealmente, las pruebas para detectar el riesgo de muerte deben servir para incrementar la cobertura de las personas expuestas al riesgo y, al mismo tiempo, aumentar al máximo la proporción de sujetos seleccionados que realmente corren el riesgo. La cobertura es reflejada directamente por la sensibilidad de la prueba. El término «rendimiento» (23) se usó anteriormente para la proporción de las personas en riesgo entre el total de los individuos seleccionados, pero ha sido sustituido por el «valor predictivo positivo» (24, 27).

La sensibilidad y el valor predictivo positivo se pueden confundir con facilidad ya que el numerador de cada razón (la cantidad de individuos expuestos al riesgo e identificados por la prueba de detección) es la misma. En el cuadro 2 se ilustra esto; los individuos expuestos al riesgo están representados por B y b y los que no corren el riesgo por N y n . Si bien los denominadores de ambas proporciones incluyen a los individuos B , difieren en cuanto a los restantes individuos que incluyen. En el caso de la sensibilidad, se incluye a una proporción (b) de los individuos en riesgo, que deberían haber sido seleccionados con la prueba y no lo fueron; son resultados negativos falsos, es decir, se diagnosticó erróneamente que esos individuos no corrían el riesgo. En el caso del valor predictivo positivo, se incluye en el denominador a una proporción (n) de los individuos que no corren el riesgo. Son resultados positivos falsos, es decir, mediante la prueba se diagnosticó en forma equivocada que esos individuos estaban expuestos al riesgo.

Como se señaló antes, cuando los recursos son limitados el principio más importante al efectuar la detección en relación con una intervención es seleccionar para el tratamiento a la mayor cantidad posible de los individuos más necesitados del tratamiento (17). En consecuencia, la detección debe identificar a los individuos con la mayor necesidad y también tener el valor predictivo positivo más alto. Una detección de este tipo también captará a la mínima proporción de individuos que no necesitan la intervención. Conforme al criterio actual en la antropometría, el valor predictivo positivo más alto se logra mejor desplazando el valor límite los más lejos posible del valor de la mediana de referencia. Usando el riesgo de malnutrición como ejemplo, el valor límite correspondiente a la talla para la edad se

Cuadro 2
Sensibilidad, especificidad, valores predictivos positivo y negativo y prevalencia

Diagnóstico basado en la detección	Verdad		Suma
	Se beneficiarán	No se beneficiarán	
Se beneficiarán	B	n	$B + n$
No se beneficiarán	b	N	$b + N$
Suma	$B + b$	$n + N$	$B + b + n + N$

$$\text{Sensibilidad} = B/(B + b)$$

$$\text{Especificidad} = N/(n + N)$$

$$\text{Prevalencia} = (B + b)/(B + b + n + N)$$

$$\text{Valor predictivo positivo} = B/(B + n)$$

$$\text{Valor predictivo negativo} = N/(b + N)$$

$$\text{Positivo verdadero} = B$$

$$\text{Negativo verdadero} = N$$

$$\text{Negativo falso} = b$$

$$\text{Positivo falso} = n$$

puede establecer tan bajo que todos los individuos escogidos estén malnutridos. Sin embargo, hay muchos otros individuos en la población que están malnutridos y que serían identificados con un valor límite más alto. Desafortunadamente, el valor límite más alto también selecciona a individuos que son pequeños pero no están malnutridos y, por lo tanto, tiene un valor predictivo positivo más bajo. Existe entonces una compensación recíproca entre el valor predictivo positivo y la sensibilidad. En muchas circunstancias, cuando la selección para detectar la malnutrición se basa en índices bajos de la talla y el peso, cada incremento que hace avanzar el valor límite hacia la mediana de referencia produce un mejor valor predictivo positivo en comparación con el valor límite anterior, y también selecciona a los individuos con un grado de desnutrición que sigue al de los sujetos detectados con el valor límite anterior. Por ello, el valor límite que selecciona exactamente a la cantidad de personas que pueden ser tratadas con la intervención, selecciona a los más malnutridos, con el mejor valor predictivo positivo, y es por lo tanto el más apropiado cuando los recursos son limitados.

A falta de un ejemplo apropiado en la antropometría, se eligió un estudio clínico para ilustrar este punto. El objetivo era determinar con qué exactitud los signos y síntomas tempranos en los niños pequeños con diarrea pronosticaban el riesgo de una posterior deshidratación que pondría en peligro la vida (28). Se comparó la sensibilidad de cada indicador (por ejemplo, los vómitos, la fiebre, la sed, seis o más deposiciones/día) con la proporción del total de niños de la población estudiada que serían seleccionados para un seguimiento riguroso y la intervención intensiva. Si se contaba con recursos para la intervención intensiva en el 25% de los niños con diarrea, se seleccionaría el indicador que diera la sensibilidad más alta para esa proporción. Por supuesto, los valores predictivos positivos cambiarán para todos esos valores límites a medida que se modifica la prevalencia de la diarrea que amenaza la vida, pero no se modificará el orden de sensibilidad de los indicadores.

Efecto de la prevalencia sobre el valor predictivo positivo e implicaciones para el establecimiento de valores límites

En contraste con la sensibilidad y la especificidad, el valor predictivo positivo (VPP) siempre depende de la prevalencia del trastorno en cuestión. Cuanto más alta sea la prevalencia, más alto será el VPP para un determinado valor límite.

El VPP es determinado por la sensibilidad y la especificidad de la prueba y por la prevalencia del trastorno en cuestión en la población

sometida a la prueba. Como muestra el cuadro 2, cuanto más específica es una prueba mejor es el VPP (y, por lo tanto, mayor la confianza en que el resultado positivo en la prueba indica que el individuo en cuestión sufre el trastorno en cuestión). La fórmula matemática que relaciona el VPP con la sensibilidad (SE), la especificidad (ES) y la prevalencia (P) se basa en el teorema de Bayes de la probabilidad condicional (29).

$$\text{VPP} = \frac{(\text{SE})(\text{P})}{(\text{SE})(\text{P}) + (1 - \text{ES})(1 - \text{P})}$$

Esta fórmula muestra que una prueba de detección funciona bien, con una especificidad moderadamente alta (90%), cuando la prevalencia del trastorno en la población sometida a la prueba es relativamente alta. Sin embargo, con prevalencias más bajas, el VPP desciende a casi cero con la misma especificidad y la prueba es virtualmente inútil para los propósitos de detección. En síntesis, la interpretación de un resultado positivo de la prueba varía de un entorno a otro según la prevalencia estimada de la enfermedad o el trastorno de interés.

En una población en la cual la malnutrición en los niños supera considerablemente el 50%, un niño con consunción casi seguramente está malnutrido y es superflua otra prueba de diagnóstico. No obstante, se puede requerir más información práctica antes de poder aplicar una intervención específica. Por ejemplo, si el problema subyacente es la ignorancia materna más que la no fiabilidad del suministro de alimentos, diferirá la naturaleza de la intervención.

La detección para el diagnóstico del riesgo y la detección etiológica tienen entonces objetivos diferentes (aunque relacionados), pero el factor primario determinante de la idoneidad en ambos casos es el valor predictivo positivo.

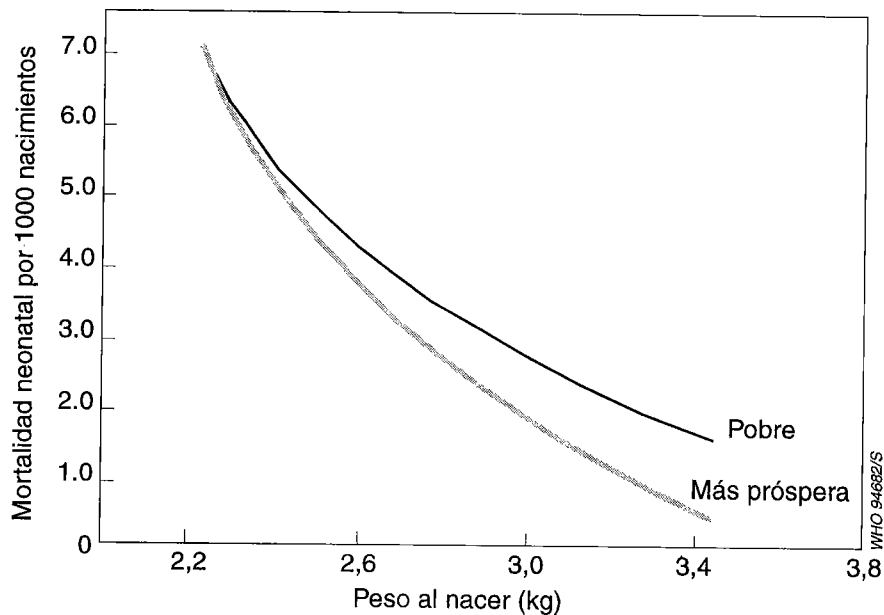
El requisito básico para usar el mismo percentil o puntuación z como valor límite es que tenga el mismo significado en distintos individuos. Esto puede ser cierto sólo cuando el valor predictivo positivo de la prueba es constante, lo cual es raro. Por consiguiente, hay que concluir que los valores límites universales son menos útiles que los basados en el principio de seleccionar para la intervención a tantas personas como permitan tratar los recursos disponibles. En consecuencia, cuando los recursos son insuficientes para tratar a todos los que lo necesitan, que es la situación habitual en las sociedades tanto prósperas como pobres en todo el mundo, no hay un valor límite universalmente ideal.

Todavía no se han establecido metodologías sencillas para escoger valores límites que tomen en cuenta la disponibilidad local de recursos y la cantidad de personas que necesitan la intervención. Una metodología de ese tipo también debe proporcionar orientación acerca de la información adicional que se pueda requerir, cuya naturaleza variará según la prevalencia, el riesgo o los beneficios buscados.

Comparación de los valores límites para identificar el riesgo con los usados para predecir el beneficio

Son pocas las investigaciones que han examinado las relaciones entre los valores límites más eficientes empleados para detectar el riesgo y los utilizados para predecir el beneficio, pero es probable que haya muchas circunstancias en las que los dos tipos de valores límites estén totalmente desvinculados. En la figura 6, por ejemplo, se comparan las tasas de mortalidad neonatal con diferentes pesos al nacer entre los pobres y en una población más próspera del mismo país. Si el riesgo fuera el único criterio orientador, la intervención más sensible estaría dirigida a los lactantes con un peso inferior a, 2,5kg, por ejemplo, ya sea de familias prósperas o pobres. Sin embargo, suponiendo que la intervención más eficiente reduzca las tasas de

Figura 6
Mortalidad específica según el peso al nacer en una población pobre y en otra más próspera del mismo país



mortalidad entre los pobres a los porcentajes observados en la población más próspera, la consideración del beneficio potencial orientará la intervención hacia aquellos que superan este peso límite (30).

Por consiguiente, la elección y el empleo de un valor límite con el fin de seleccionar a los individuos para una consideración especial pueden diferir radicalmente, según que la selección se base en la predicción de la muerte (el indicador de riesgo) o la predicción del beneficio aportado por los servicios mejorados (el indicador del beneficio previsto). Esto indica nuevamente que el método tradicional de seleccionar sobre la base del riesgo (12) y luego continuar con detecciones más específicas (23) puede generar decisiones conflictivas.

La vigilancia del crecimiento y la detección: cambios del tamaño con el paso del tiempo

A menudo se efectúa una vigilancia continua para la detección temprana de problemas de nutrición y salud, en particular durante los períodos en que es elevado el riesgo de malnutrición, morbilidad y mortalidad, como la primera infancia o la senectud. Las medidas de un progreso satisfactorio son el crecimiento saludable en los niños y el mantenimiento sano de la masa corporal en los ancianos. En teoría, ambos deberían verificarse con más facilidad mediante mediciones repetidas en lugar de comparar el tamaño alcanzado con los datos de referencia.

Este método se ha aplicado en todas partes en los niños en el contexto más amplio de la vigilancia del crecimiento. El procedimiento habitual es asegurarse de que el niño está creciendo conforme a un percentil fijo de los datos de referencia. En la actualidad, estos datos de referencia son transversales, lo cual plantea ciertos problemas, en particular en la primera infancia y la adolescencia (31); es preciso efectuar otras investigaciones para obtener datos de referencia longitudinales apropiados.

Establecer esos datos acerca de los incrementos del crecimiento es una tarea formidable, porque la distribución de los incrementos alrededor del aumento medio de los datos de referencia dependerá de los intervalos exactos entre las mediciones. En la práctica, son pocos los niños medidos con intervalos fijos. En el futuro, tal vez sea posible comparar los datos del crecimiento individual con cifras de programas computadorizados poco costosos, basados en algoritmos derivados de los datos de referencia.

Las investigaciones que se han centrado en las relaciones del fallo del crecimiento con las respuestas a intervenciones son aun menos que las referentes al tamaño pequeño alcanzado, de tal modo que se pueden deducir pocas conclusiones cuantitativas acerca de las distribuciones de la sensibilidad y los valores predictivos positivos, esenciales para las decisiones sobre la intervención. Las características funcionales pueden ser mucho mejores para los datos sobre los incrementos que para los datos del tamaño alcanzado: los incrementos reflejan las circunstancias remediabiles actuales mejor que el tamaño alcanzado y pueden sufrir menos variabilidad genética. Por supuesto, todas estas hipótesis requieren una verificación empírica.

Al establecer y mantener un sistema de vigilancia del crecimiento, varias otras consideraciones pueden ser tan importantes como el diagnóstico del fallo del crecimiento. Esas consideraciones incluyen una mayor atención a la salud de los niños y mejoras en el acceso a otros servicios, en las redes sociales y en la detección temprana de enfermedades no vinculadas con el crecimiento.

2.7.2 Evaluación de la respuesta a una intervención

En la práctica clínica, se puede evaluar el cambio mediante dos o más mediciones seriadas en el individuo. En contraste, la práctica de salud pública se relaciona con poblaciones y, por lo tanto, es difícil evaluar en forma fiable el cambio a nivel individual en el transcurso del tiempo.

También se puede evaluar el cambio verificando si el niño ha alcanzado cierto umbral. Por ejemplo, un niño que sufre consunción puede ser seleccionado para participar en un programa de alimentación. Cuando el niño ha alcanzado nuevamente el nivel de un determinado valor límite — tal vez el mismo valor límite usado en los exámenes de detección de los niños que necesitan la intervención — puede ser dado de alta del programa. Este método, en el cual se usa la misma prueba en la selección para la intervención y al determinar si la respuesta es satisfactoria, por lo general revela una tasa elevada de respuesta manifiesta. Sin embargo, si se selecciona a los individuos para la segunda medición sobre la base de la primera, medir dos veces al mismo individuo a menudo dará como resultado una mejora falsa. Cuanto más se desvía de la media de la población la primera medición, más probable es que el individuo avance hacia la media por razones distintas de la intervención, incluyendo errores de la medición y la variabilidad de una semana a otra. Es preciso tener muy en cuenta esta regresión hacia la media (32). En un estudio en que se consideraron estos otros factores en el contexto de un programa de alimentación, falsos factores explicaron la mayor parte de la respuesta,

aun cuando la prevalencia de la malnutrición fue moderadamente alta (33). A pesar de que esto no menoscaba la utilidad del método como base para dar de alta a niños en un programa de alimentación, debe tenerse en cuenta al juzgar la eficacia del programa.

También se puede usar la antropometría para decidir la interrupción de una intervención en los individuos que no responden. En esos casos, el examen médico tal vez revele otras causas tratables del crecimiento deficiente.

2.8 Empleo de la antropometría en las poblaciones

2.8.1 Usos relacionados con decisiones

Tanto en las poblaciones, como en los individuos, las principales decisiones para las cuales se usan los datos antropométricos se vinculan con los tipos de intervención que se prevén. Entre las aplicaciones típicas figuran las decisiones sobre la necesidad o no de programas de intervención, a quiénes deben estar dirigidos los programas y cuál será su naturaleza. Estas aplicaciones son similares a las relacionadas con la detección de individuos; no obstante, rara vez están tan bien establecidas las decisiones apropiadas cuando se trata de poblaciones. La gestión de los programas y los sistemas de pronta alarma e intervención para prevenir las hambrunas y las crisis de alimentos (34, 35), para los cuales desde hace mucho tiempo se han usado métodos de poblaciones, son probablemente excepciones a esta regla general.

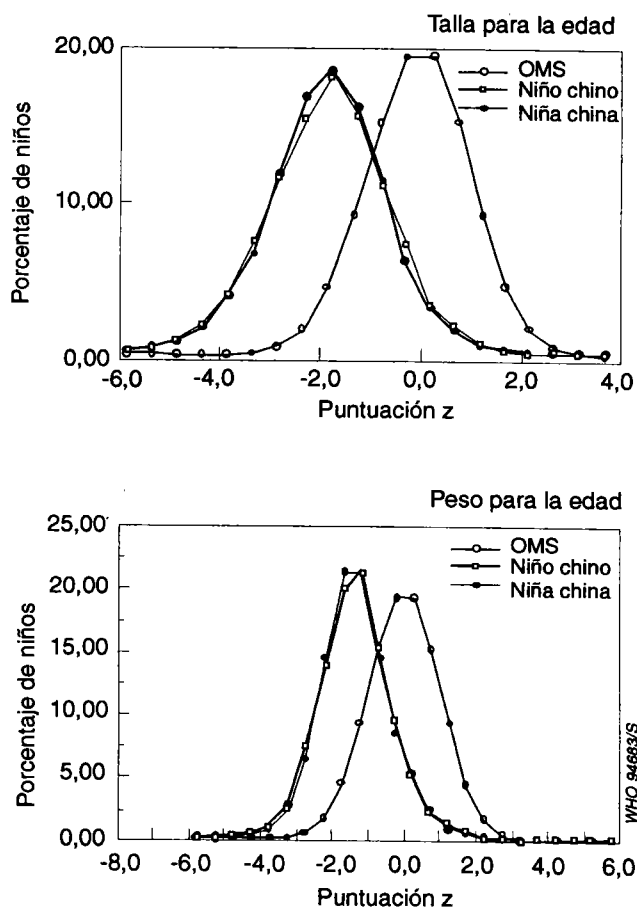
Cuando se planean las intervenciones en la población, es importante distinguir entre el riesgo relativo y el riesgo atribuible (o, más específicamente, el riesgo atribuible poblacional o fracción etiológica). El riesgo de muerte en un niño con una deficiencia antropométrica intensa puede ser varias veces superior al que corre un niño sin ninguna deficiencia, mientras que los niños con deficiencias moderadas están expuestos a grados intermedios de riesgo. Estas comparaciones se refieren a los riesgos relativos. Sin embargo, en una población el número de niños con deficiencias moderadas tenderá a ser mucho mayor que el de niños intensamente afectados. Por consiguiente, si bien las deficiencias graves se asocian con un mayor riesgo relativo, las moderadas pueden originar la mayoría de las defunciones, que es el concepto del riesgo atribuible (24, 36). En la población, la consecuencia es que el efecto general de una intervención será limitado si se aplica la intervención únicamente a los individuos afectados más severamente.

Otro concepto importante en la aplicación de intervenciones a la población es que el desplazamiento de la curva antropométrica total

(distribución de las puntuaciones z para el indicador antropométrico; véase la fig. 7) a menudo se produce en zonas donde existen problemas nutricionales. Por ejemplo, los datos provenientes de muchos países diferentes muestran una homogeneidad muy grande en la desviación estándar del peso para la talla entre los niños pequeños, expresada como puntuaciones z de los datos de referencia internacional. Aun en condiciones de hambruna extrema, cuando la puntuación z media está dos o tres unidades por debajo de la referencia, el valor de la desviación estándar de las puntuaciones z se acerca mucho a la unidad (38). Esto muestra que toda la distribución

Figura 7

Distribución de las puntuaciones z correspondientes a la talla para la edad y el peso para la edad de niños chinos, en comparación con los datos de referencia internacional del NCHS/OMS^a



^a Fuente: referencia 37.

se ha desplazado, como se ve en la figura 7, de tal modo que están afectados todos los individuos, no sólo aquellos que se encuentran por debajo de un determinado valor límite. Por consiguiente, tal vez haya que orientar las intervenciones a toda la población y no sólo a aquellos individuos que están por debajo de un determinado valor límite.

El empleo apropiado de la antropometría en las poblaciones también requiere tener en cuenta estrategias de muestreo, incluida la elección de las amplitudes de la edad, los períodos, las zonas geográficas y los grupos socioeconómicos. En este informe no se considerarán aspectos técnicos tales como la relación del tamaño de la muestra con la potencia estadística, los diseños propios de los estudios y los intervalos de confianza, que han sido abordados en otros trabajos (6, 40, 41). Los cuadros sinópticos de los usos apropiados de la antropometría presentados en las secciones siguientes para los grupos de distintas edades y de diversos estados físicos, proporcionan una orientación inicial sobre ciertas variables que se considerarán para los propósitos de muestreo; no obstante, se debe buscar asesoramiento técnico acerca del muestreo antes de poner en marcha las encuestas, con el fin de asegurar que se podrá responder a los interrogantes más importantes.

Las consideraciones relativas al tamaño de la muestra obligan a menudo a agrupar a niños de distintas edades, pero este procedimiento se justifica únicamente cuando las desviaciones observadas con respecto a los datos de referencia tienen el mismo significado en relación con una intervención en distintas edades. Por ejemplo, los efectos acumulativos de la detención del crecimiento tal vez hayan cesado para la edad de tres años, de tal modo que los valores de la prevalencia pueden ser difíciles de interpretar cuando es grande la amplitud de la edad. La evaluación de la detención del crecimiento en niños de más edad, en los cuales existe una deficiencia fija, producirá entonces información más fácil de interpretar acerca de la necesidad, de una intervención a largo plazo. Como la intervención se orientara hacia los niños pequeños, en los cuales se está produciendo la detención del crecimiento, en lugar de hacia aquellos niños que ya han sufrido esa detención, este criterio parece paradójico. Sin embargo, los niños de más edad proporcionan la señal «centinela» acerca de la población que se beneficiará, aun cuando ellos mismos no se benefician con la intervención. Al concentrar la vigilancia en esos niños «centinelas», se puede reunir información más temprano y a menos costo, y esa información será más comprensible y procedente para las decisiones concernientes a medidas con efectos a más largo plazo.

Las consideraciones referentes al muestreo deben incluir un calendario apropiado de las encuestas; esto es particularmente importante en contextos tales como la reducción de las crisis alimentarias estacionales. El calendario es también un aspecto crítico de todo proceso de toma de decisiones basado en la antropometría; la capacidad de cumplir con los plazos establecidos para la reunión, la compilación, el análisis y la presentación de los datos puede ser tan importante como cualquier otra consideración. Es esencial saber diseñar encuestas oportunas si se desea que los datos reunidos se transformen en información pertinente y útil para políticas y acciones públicas eficaces.

2.8.2 Orientación de las intervenciones

Se puede usar un instrumento de detección para estimar la prevalencia contando el número de individuos de una población que se encuentran por debajo de un valor límite determinado. También se pueden emplear los indicadores antropométricos para caracterizar el estado de una población: la puntuación z media, por ejemplo, proporcionará una estimación de un estado antropométrico deficiente más precisa que la obtenida con la prevalencia observada (38), con lo cual se reduce el tamaño de la muestra necesaria para una encuesta sobre la nutrición. En la antropometría, las diferencias en las medias tienen más potencia estadística que las diferencias en la prevalencia al distinguir los grupos beneficiarios (38). En la sección 5 se examinan con más detalle ejemplos de este método.

A veces es más adecuado efectuar una comparación de la distribución en la población total (como se muestra en la figura 7), en lugar de considerar sólo las puntuaciones z medias o la prevalencia por debajo de un determinado valor límite. En un informe reciente sobre un grupo de refugiados (42), por ejemplo, la tasa de mortalidad entre los más intensamente malnutridos era tan alta que estaba truncado el extremo inferior de la distribución, de modo que la media casi no resultaba afectada. En la sección 2.8.5 se incluye un examen completo de la determinación apropiada de la prevalencia.

En principio, la elección de las poblaciones beneficiarias, como la de los individuos, se puede basar no sólo en una medición efectuada una sola vez, como se analizó antes, sino también en mediciones repetidas.

2.8.3 Evaluación de la respuesta a una intervención

La evaluación de la respuesta a las intervenciones requiere por lo menos dos mediciones. Cuando es probable que la intervención

afecte las características antropométricas del individuo, por lo general medir dos veces al mismo individuo es más eficiente que medir a distintos individuos en dos ocasiones, a causa del tamaño más pequeño de la muestra. En otras circunstancias, no tiene sentido la medición repetida del mismo individuo, en especial cuando el objetivo de la intervención es la prevención de un determinado trastorno. En esos casos, se mide a distintos individuos de la misma edad para evaluar la reducción de la prevalencia. Es entonces esencial tener en cuenta todo factor que pueda distorsionar la comparabilidad en el transcurso del tiempo, como la migración selectiva.

El problema de la regresión a la media ya ha sido examinado en el contexto de las mediciones repetidas en el individuo. No se suele tener en cuenta que el mismo fenómeno se producirá en las poblaciones seleccionadas por sus valores iniciales bajos, aun cuando no se efectúe la segunda medición en los mismos individuos en que se realizó la primera.

Las mismas desviaciones de las puntuaciones z con respecto a los datos de referencia no tienen necesariamente los mismos significados en edades diferentes. Por consiguiente, es imposible interpretar adecuadamente el cambio si no se considera el efecto de la edad.

Cuando se vigila la respuesta a intervenciones específicas en una población, es preciso tener en cuenta el tiempo que transcurrirá antes de que el indicador escogido evidencie algún cambio. Por ejemplo, se requieren meses o años para evaluar el efecto sobre el peso al nacer que tiene una mejor nutrición durante el embarazo, pero transcurrirán decenios antes de que se manifiesten mejoras en el peso al nacer gracias a la prevención de la malnutrición infantil.

2.8.4 Identificación de los factores determinantes y las consecuencias de la malnutrición

En general, al relacionar los indicadores antropométricos de la malnutrición con los factores determinantes o las consecuencias del trastorno en las poblaciones es necesario distinguir cuidadosamente entre las asociaciones no causales y las causales. La excepción es la orientación de las intervenciones, para la cual pueden ser igualmente útiles las relaciones causales y las no causales. Por ejemplo, la detención del crecimiento de un hermano mayor es un buen indicador para la orientación a pesar de que no es una causa directa de malnutrición en el niño más pequeño.

Cuando se intenta deducir la causalidad a partir de una sola encuesta, se deben tener en cuenta las asociaciones no causales originadas

en cambios coincidentes en las distintas cohortes agrupadas según la fecha de nacimiento. Por ejemplo, en los datos reunidos para la encuesta en un momento específico, el grado de escolaridad y la talla de los adultos pueden mostrar una relación inversa con la edad cronológica. Sucede así porque los aumentos de la talla y la escolaridad son el resultado de mejoras seculares en el desarrollo socioeconómico, que han afectado a los adultos más jóvenes. Este efecto de la cohorte, problema característico en las encuestas en personas de más edad, se examina con más detalles en la sección 9. Ya se ha señalado la necesidad de establecer modelos correctos de las relaciones entre los indicadores y los factores determinantes y las consecuencias.

2.8.5 **Vigilancia nutricional**

La antropometría proporciona algunos de los indicadores más importantes usados en la vigilancia de la nutrición. La siguiente clasificación de la vigilancia nutricional (34) se basa en los distintos tipos de mecanismos de encuestas y otros procedimientos necesarios para recopilar, analizar y transferir la información que se empleará al tomar decisiones que afectan a la nutrición.

Vigilancia para la identificación de problemas y para la planificación de políticas y programas

Las estimaciones de la prevalencia a menudo desempeñan una función esencial en la asignación de las prioridades gubernamentales a los problemas de salud. Se puede estimar la prevalencia verdadera a partir de la prevalencia medida teniendo en cuenta la sensibilidad y la especificidad (43); con frecuencia se hace esto en el caso de enfermedades concretas para las cuales se calculan con precisión la sensibilidad y la especificidad de un determinado indicador mediante la comparación con un «patrón de referencia» clínico o patológico. No obstante, en el caso de los indicadores antropométricos del estado nutricional, el patrón de referencia, la nutrición apropiada, no se puede medir directamente; esto representa una dificultad para la vigilancia nutricional.

La base lógica de otro método de estimar la prevalencia verdadera de la malnutrición es el supuesto de que existe una distribución de la especificidad universalmente aplicable. Nos aproximamos mucho a este supuesto en los niños pequeños (44), en los cuales esa distribución corresponde al potencial de crecimiento de todas las poblaciones de niños pequeños en las que no existen factores que propicien la detención del crecimiento o la consunción, actualmente

representadas por los datos de referencia del NCHS/OMS¹. La distribución observada de los niños en cualquier población está constituida por aquellos que no han sufrido detención del crecimiento o consunción y, por lo tanto, concuerda con los datos de referencia del NCHS/OMS (distribución de la especificidad), más los niños con detención del crecimiento o consunción (distribución de la sensibilidad). La prevalencia de la detención del crecimiento y la consunción equivale a la razón entre los niños incluidos en la distribución de la sensibilidad y todos los niños de la población; la distribución de la sensibilidad se obtiene sustrayendo la población de la especificidad de la población total (45). En la medida en que se puedan definir otros datos de referencia universalmente aplicables para otros estados saludables (por ejemplo, la delgadez saludable), esos datos de referencia se podrán usar como distribuciones de la especificidad para contar a los individuos con problemas (por ejemplo, el sobrepeso) en trastornos distintos de la malnutrición infantil.

Se han propuesto dos métodos nuevos para estimar la prevalencia usando los datos de referencia como distribución de la especificidad (46, 47). El más reciente de ellos (47) tiene en cuenta implícitamente el efecto de la prevalencia en sí sobre los resultados y es más exacto. Este método es también el más sencillo, no requiere una computadora y tiene una precisión adecuada cuando la puntuación z media de la población malnutrida es baja. Sin embargo, en otros casos podría ser más preciso un método gráfico (45) que empleara los datos de referencia como distribución de la especificidad.

Se dispone de métodos informatizados que no dependen de un patrón externo para definir la especificidad (48). Como tienen en cuenta las pequeñas diferencias genéticas entre las poblaciones, deberán ser intrínsecamente más precisos siempre que las distribuciones de la sensibilidad y la especificidad sean gaussianas.

Todos los métodos anteriores suponen que sólo una proporción de los niños están malnutridos. Se pueden usar otros métodos (38), descritos en la sección 5, cuando se puede suponer que *todos* los niños de la población están malnutridos.

¹ Los datos de referencia sobre crecimiento del NCHS/OMS son datos de referencia para la talla y el peso de los niños estadounidenses, originalmente reunidos por el Centro Nacional de Estadísticas Sanitarias y recomendados por la OMS para uso internacional (véase *Medición del cambio del estado nutricional*, Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1983).

Es un error comparar estimaciones relativamente precisas de la prevalencia de la malnutrición derivadas de la antropometría de niños pequeños con las de otras enfermedades estimadas con menos precisión, o con estimaciones de la malnutrición basadas en otros indicadores. En esta aplicación es particularmente engañosa la información sobre la dieta obtenida usando valores límites (49).

En la vigilancia nutricional para la formulación de políticas y la planificación de programas, es fundamental identificar aquellas influencias causales más importantes que puedan modificarse mediante intervenciones. Es esencial distinguir claramente los análisis diseñados para *identificar* intervenciones de los diseñados para *orientar* las intervenciones.

Sistemas de pronta alarma e intervención

La antropometría infantil ha proporcionado indicadores apropiados para orientar la distribución de los alimentos con el fin de prevenir hambrunas manifiestas. Con el propósito de evitar perturbadores efectos sociales y económicos del socorro alimentario, los sistemas de pronta alarma e intervención también deben ser capaces de prevenir las crisis alimentarias. Desafortunadamente, los cambios de la prevalencia de la consunción suficientemente amplios para dar una señal de alarma fiable por lo general se presentan demasiado tarde y no permiten una eficaz acción preventiva contra las crisis alimentarias (35); es esencial contar con un período de anticipación más prolongado si se desea evitar la necesidad de una distribución de emergencia de alimentos.

Se puede obtener la información a tiempo mediante el muestreo preferencial de «centinelas», es decir, grupos e individuos que anuncian el advenimiento de las crisis alimentarias antes de que éstas afecten al resto de la población. No obstante, esta señal temprana de alarma tal vez carezca de especificidad porque puede producirse periódicamente, aun cuando no haya una posterior crisis alimentaria en la población. En consecuencia, es preciso que esta primera detección sea seguida por la compilación de otra información más específica (34).

Los indicadores antropométricos son útiles en las etapas tardías de la evolución de las crisis alimentarias (35). Sin embargo, a medida que progresa la hambruna la mortalidad selectiva de los niños más afectados por la consunción puede hacer que la población en general parezca menos intensamente malnutrida de lo que realmente está (42) y, por lo tanto, la antropometría debe complementarse con la información sobre la mortalidad.

Vigilancia para la gestión de los programas

Los directores de los programas necesitan información para orientar una intervención y para evaluar su éxito: su eficacia en cuanto a incluir a todos los individuos que debe cubrir y su eficiencia en cubrir *únicamente* a quienes debe beneficiar. Estos dos últimos aspectos tienen consecuencias muy distintas para el muestreo. La eficiencia, o rendimiento, se puede determinar estimando el valor predictivo positivo en los mismos participantes del programa; la evaluación de la cobertura depende de determinar la sensibilidad y, por consiguiente, también requiere información sobre los no participantes, lo cual representa una tarea mucho más difícil.

Los directores de los programas también deben asegurarse de que la respuesta de los participantes es la prevista. Al definir las respuestas previstas en situaciones en las que se identifica a los participantes mediante la antropometría, es importante tener en cuenta el valor predictivo positivo y la regresión a la media.

Los efectos del programa de intervención en los participantes también preocupan a quienes proporcionan los recursos financieros, que a menudo no se dan cuenta de que esos efectos no se pueden evaluar sobre la base de los datos obtenidos únicamente entre los participantes. La evaluación requiere grupos testigo apropiados y también se necesitan conocimientos técnicos para modelar apropiadamente los efectos antropométricos. Es esencial comprender ese modelo para el muestreo de los individuos con propósitos de medición y para el análisis de los datos.

2.9 **Características de los datos de referencia**

Se define la *referencia* como un instrumento para agrupar y analizar datos, que proporciona una base común para comparar poblaciones; no se deben hacer deducciones acerca del significado de las diferencias observadas. Una *norma*, por el contrario, abarca la noción de modelo o meta deseable y, por lo tanto, implica un juicio de valor. Se ha expresado preocupación porque, como los datos de referencia incluyen ciertas características o patrones de normalidad, han sido usados amplia e inapropiadamente para hacer deducciones acerca de la salud y/o la nutrición de individuos y poblaciones; es decir, han sido tratados como metas óptimas o normas, y se ha supuesto que toda desviación de estas «normas» tiene un significado fijo y particular. Gran parte de esto obedece a las numerosas pruebas de que, en las poblaciones, el efecto de las diferencias étnicas sobre el crecimiento de los niños es pequeño en comparación con los efectos ambientales. Así, por ejemplo, no hay razón para pensar que la diferencia de 2–3 cm en la mediana de la talla entre jóvenes de 18 años bien nutridos

de los Países Bajos y el mismo grupo de edad en Francia tenga alguna implicación para la salud, ni que el mejoramiento de la salud y la nutrición de los jóvenes franceses se asociaría con una reducción de la diferencia en cuanto a la talla. En contraste, el Comité de Expertos recomendó un valor límite del índice de masa corporal ≥ 30 como norma provisional del sobrepeso de grado 2 (definido en la sección 7.2.1), aplicable a *todos* los adultos, porque los datos disponibles sobre los riesgos de mortalidad y morbilidad sirven de apoyo. No obstante, en el caso de muchas otras características antropométricas los datos no bastan para especificar normas.

El Comité de Expertos reconoció que el establecimiento de datos de referencia por la OMS hace casi imposible impedir su empleo como normas para juzgar el estado nutricional de los individuos y las poblaciones. En consecuencia, se recomienda tener siempre cuidado de escoger referencias que se asemejen en la mayor medida posible a verdaderas normas, de tal modo que la misma desviación con respecto a los datos de referencia tenga el mismo significado biológico. Por ejemplo, como las tallas medias de los niños pequeños de muchas poblaciones prósperas difieren poco en los distintos grupos étnicos en comparación con la variabilidad socioeconómica observada dentro de un determinado grupo étnico (44), debe ser posible establecer una norma que represente el potencial de crecimiento de todos los niños. Esto puede parecer sorprendente a la luz de la distribución más bien amplia de las tallas y pesos alcanzados, que generalmente se consideran de origen genético, dentro de una población bien nutrida. Sin embargo, en la mayoría de las poblaciones parece existir muy poca diferencia en el crecimiento medio de la talla o en su distribución alrededor de la media que sea atribuible a la genética. Una norma universal de distribución de la talla entre los niños pequeños está entonces justificada, pero debe deducirse de una población que haya realizado cabalmente su potencial de crecimiento. Por esta razón, el criterio más importante al escoger el actual conjunto de datos de referencia de la OMS sobre la talla y el peso infantiles (4, 6) es que debe provenir de una población bien nutrida (50).

La elección de una muestra para establecer referencias o normas plantea entonces la cuestión de cuál es una población sana. Existen por lo menos cuatro definiciones:

- 1) La población vive en un entorno saludable. Este es el tipo de población de la cual se han tomado los actuales datos de referencia infantil del NCHS/OMS (4, 6, 7).

- 2) La población vive en un entorno saludable y no incluye a individuos abiertamente enfermos o tiene muy pocos individuos clínicamente enfermos. Este es el tipo de población de la cual se han tomado muchos datos nacionales de referencia pediátrica.
- 3) La población vive en un entorno saludable y sólo incluye a individuos cuya actual buena salud se comprobará por su longevidad o, al menos, su supervivencia durante algunos años posteriores a las mediciones.
- 4) La población vive en un entorno saludable e incluye únicamente a individuos que viven de manera saludable conforme a las recomendaciones actuales, por ejemplo, lactantes que son amamantados conforme a las recomendaciones de la OMS.

Otra definición podría ser cierta combinación de las anteriores, como una población que viva en un entorno saludable y excluya tanto a quienes mueren dentro de cierto tiempo especificado posterior a la medición (véase el punto 3 anterior) como a quienes tienen algún hábito insalubre como fumar (véase el punto 4 anterior).

La primera de las definiciones anteriores predominó en el pasado para los niños porque se consideraba que sus ventajas, principalmente la representación de la población total, superaban las desventajas de la segunda, en particular porque los datos de referencia del NCHS/OMS eran muy similares al mejor de los anteriores conjuntos de referencia basados en la segunda definición. Se ha trabajado poco en la comparación de poblaciones que correspondan a las primeras dos definiciones con otras; sin embargo, la sección 5 de este informe contiene una comparación de las definiciones (1) y (4) en el contexto de lactantes que son exclusivamente amamantados desde el nacimiento hasta los 4-6 meses de edad, conforme a las recomendaciones de la OMS (51).

Un problema relacionado es el de la medida en que se deben usar distintas normas para aproximarse al ideal, es decir, si deben existir distintas normas del peso al nacer según la raza, de los datos del crecimiento según el tamaño de los padres, o del índice de masa corporal según la constitución física. Posiblemente esto tendrá que depender del uso que se dará a los patrones. Por ejemplo, podrían ser útiles criterios diferentes para evaluar el peso medio al nacer según el consumo de tabaco de la madre: grados iguales de retraso del crecimiento intrauterino tienen diferentes pronósticos para los hijos de las fumadoras y los de las no fumadoras. No obstante, al evaluar la prevalencia del retraso del crecimiento intrauterino, no tener en cuenta el hábito de fumar de la madre sería un error ya que

ocultaría un problema importante. La ventaja teórica de usar normas diferentes para propósitos específicos puede ser entonces contrarrestada por desventajas teóricas igualmente fuertes. Por esta razón, cuando se van a usar los datos de referencia para tomar decisiones acerca de las poblaciones, el empleo de métodos estadísticos que tengan en cuenta las diferencias (como las asociadas con altitudes distintas) existentes dentro de la población o en poblaciones distintas es preferible al uso de normas distintas.

A nivel de los individuos, se han propuesto normas distintas para tener en cuenta diferencias intrínsecas en el tamaño óptimo previsto asociadas con, por ejemplo, diferencias en cuanto a la altitud, las tallas de los padres o las prácticas de alimentación (que el niño sea o no exclusivamente amamantado). La utilidad de establecer normas diferentes para los exámenes de detección de los individuos depende esencialmente de la prevalencia del trastorno que se quiere detectar. A menos que su variabilidad sea baja, la prevalencia tiene un efecto tan grande sobre el valor predictivo positivo que los errores que se originan en la falta de normas separadas tienen poca importancia práctica. Sin embargo, en los países prósperos, donde la prevalencia es baja y, por lo tanto, muestra poca variabilidad, tal vez se justificaría el empleo de normas separadas. En esas circunstancias, los valores predictivos positivos de los exámenes antropométricos son tan bajos que por lo general resultan necesarias otras pruebas de detección. Resta investigar si el costo de usar normas múltiples es compensado por los ahorros logrados al evitar otras pruebas de detección, pero la computadorización del crecimiento óptimo previsto sobre la base de diversas características de los individuos probablemente favorecerá el empleo de normas individualizadas en las poblaciones prósperas. En las poblaciones más pobres, donde la utilización de normas diferentes no mejora la detección y plantea considerables problemas de gestión, se deberán continuar usando normas únicas.

Cuando los datos de referencia van a usarse como normas, tienen una importancia fundamental los criterios para definir a la población de referencia. Se han establecido como convenientes los criterios que se examinan brevemente a continuación (50):

- *«La muestra debe incluir por lo menos a 200 individuos en cada grupo de edad y por sexo»*

Este criterio se relaciona en particular con la precisión con que se calculan los percentiles extremos o puntuaciones z . Una muestra de este tamaño proporcionaría el percentil 5 con una desviación estándar de aproximadamente $\pm 1,54$ percentiles, y es considerada aceptable para aplicaciones basadas en los individuos (como la

detección). En las aplicaciones basadas en la población, el tamaño de la muestra es también suficientemente grande para permitir la diferenciación entre los efectos genéticos y los ambientales sobre el crecimiento (52).

- *«La muestra debe ser transversal ya que las comparaciones que se harán son de índole transversal»*

Esto ya no se considera esencial porque los datos longitudinales se pueden presentar en forma transversal con ajustes menores. Por el contrario, no se deben usar curvas de crecimiento derivadas de datos transversales para vigilar datos longitudinales (31). Cuando se efectúan varias mediciones en el mismo individuo, la pendiente de la línea que une puntos sucesivos en la curva de crecimiento es una medida directa de la velocidad de crecimiento. Si la pendiente difiere considerablemente de la de las curvas de los percentiles vecinos, de tal modo que los datos parecen cruzar los percentiles, se considera que esto es una indicación de crecimiento anormal. No obstante, como los percentiles proceden de datos transversales y son útiles sólo para mediciones únicas, es inapropiada su aplicación en la interpretación de datos longitudinales. Esto es particularmente cierto durante la lactancia y la pubertad. Para la interpretación correcta del cruce de percentiles se requiere un conjunto diferente de percentiles, derivados de datos longitudinales (31). Desafortunadamente, las referencias transversales continúan siendo muy usadas en forma errónea para la interpretación de datos longitudinales.

- *«Los procedimientos de muestreo deben estar definidos y ser reproducibles»*
- *«Las mediciones deben efectuarse con cuidado y han de registrarlas observadores adiestrados en técnicas antropométricas, usando equipo adecuadamente verificado, calibrado con intervalos frecuentes»*

Las referencias deben incluir también datos sobre la fiabilidad y la precisión (como es el caso de los actuales datos de referencia del NCHS/OMS para la infancia) (53). Es preciso documentar la variabilidad de un observador a otro y los errores instrumentales, y es útil, aunque no esencial, tener estimaciones separadas de los componentes de la fiabilidad de un observador y de distintos observadores (54).

Cuando los datos que faltan han tenido que ser «imputados» — es decir, generados por medio de un algoritmo estadístico basado en una serie de supuestos — deben ser identificados por separado y se

debe documentar con claridad el método mediante el cual fueron derivados. También es preciso describir todo procedimiento de «limpieza» usado para eliminar datos manifiestamente espurios.

- «Las mediciones efectuadas en la muestra deben incluir todas las variables antropométricas que se usarán en la evaluación del estado nutricional»

Las diversas mediciones efectuadas en un solo individuo deben ser comparadas con los datos de referencia derivados de una sola población. Esto evita las incongruencias que pueden surgir al usar varias referencias diferentes para distintas mediciones, como el peso y el perímetro del brazo.

- «Los datos a partir de los cuales se preparan las gráficas y tablas de referencia deben estar a disposición de cualquiera que desee usarlos y se deben describir y documentar adecuadamente los procedimientos usados para alisar curvas y preparar tablas»

Se han producido muchos avances recientes en las técnicas para el alisamiento de curvas, que tienen implicaciones para los tamaños de las muestras requeridos y la presentación exacta de los datos.

Referencias

1. Beaton G et al. *Appropriate uses of anthropometric indices in children: a report based on an ACC/SCN workshop*. Nueva York, United Nations Administrative Committee on Coordination/Subcommittee on Nutrition, 1990 (ACC/SCN State-of-the Art Series, Nutrition Policy Discussion Paper No. 7).
2. Habicht J-P, Pelletier DL. The importance of context in choosing nutritional indicators. *Journal of nutrition*, 1990, **120**(Sup. 11):1519-1524.
3. Wang ZM, Pierson RN Jr, Heymsfield SB. The five level model: a new approach to organizing body-composition research. *American journal of clinical nutrition*, 1992, **56**:19-28.
4. Grupo de Trabajo de la OMS. Use and interpretation of anthropometric indicators of nutritional status. *Bulletin of the World Health Organization — Bulletin de l'Organisation mondiale de la Santé*, 1986, **64**:929-941.
5. Armitage P, Berry G. *Statistical methods in medical research*, 2ª ed. Oxford, Blackwell, 1987.
6. *Medición del cambio del estado nutricional: directrices para evaluar el efecto nutricional de programas de alimentación suplementaria destinados a grupos vulnerables*. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1983.
7. Dibley MJ et al. Development of normalized curves for the international growth reference: historical and technical considerations. *American journal of clinical nutrition*, 1987, **46**:736-748.

8. Dibley MJ et al. Interpretation of Z-score anthropometric indicators derived from the international growth reference. *American journal of clinical nutrition*, 1987, **46**:749–762.
9. Gorstein J et al. Issues in the assessment of nutritional status using anthropometry. *Bulletin of the World Health Organization — Bulletin de l'Organisation mondiale de la Santé*, 1994, **72**:273–284.
10. Esrey SA, Casella G, Habicht J-P. The use of residuals for longitudinal data analysis: the example of child growth. *American journal of epidemiology*, 1990, **131**:365–372.
11. Gorstein J. Assessment of nutritional status: effects of different methods to determine age on the classification of undernutrition. *Bulletin of the World Health Organization — Bulletin de l'Organisation mondiale de la Santé*, 1989, **67**:143–150.
12. Backett EM, Davies AM, Petros-Barvazian A. *El concepto de riesgo en la asistencia sanitaria, con especial referencia a la salud maternoinfantil y la planificación familiar*. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1985 (Cuadernos de Salud Pública, No. 76).
13. Brabin B. An assessment of low birthweight risk in primiparae as an indicator of malaria control in pregnancy. *International journal of epidemiology*, 1991, **20**:276–283.
14. Monteiro CA, Torres AM. Can secular trends in child growth be estimated from a single cross sectional survey? *British medical journal*, 1992, **305**:797–799.
15. Shekar M, Habicht J-P, Latham MC. Is positive deviance in growth the converse of negative deviance? *Food and nutrition bulletin*, 1991, **13**:7–11.
16. Brownie C, Habicht J-P, Cogill B. Comparing indicators of health or nutritional status. *American journal of epidemiology*, 1986, **124**:1031–1044.
17. Habicht J-P, Meyers DL, Brownie C. Indicators for identifying and counting the improperly nourished. *American journal of clinical nutrition*, 1982, **35**(5 Sup.):1241–1254.
18. Galen RS, Gambino SR. *Beyond normality: the predictive value and efficiency of medical diagnoses*. Nueva York, Wiley, 1975.
19. Leon ME et al. Identifying the malnourished within Peru: regional variation in the performance of a nutrition indicator. *International journal of epidemiology*, 1990, **19**:214–216.
20. Briend A et al. Measuring change in nutritional status: a comparison of different anthropometric indices and the sample sizes required. *European journal of clinical nutrition*, 1989, **43**:769–778.
21. Yarbrough C et al. Response of indicators of nutritional status in populations and individuals. En: Bcsch S, Arias J, eds. *Evaluation of child health services: the interface between research and medical practice*. Washington DC, U.S. Government Printing Office. 1978 (DHEW Publication No. (NIH) 78-1066):195–207.
22. Stoltzfus RJ et al. Evaluation of indicators for use in vitamin A intervention trials targeted to women. *International journal of epidemiology*, 1994, **22**:1111–1118.

23. *Principios y métodos del examen colectivo para identificar enfermedades*. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1969 (Cuadernos de Salud Pública, No. 34).
24. **Last JM**. A dictionary of epidemiology, 2^a ed. Nueva York, Oxford University Press, 1988.
25. **Victora CG et al**. Evidence for protection by breast-feeding against infant deaths from infectious diseases in Brazil. *Lancet*, 1987, **ii**:319–322.
26. **Habicht J-P, DaVanzo J, Butz WP**. Mother's milk and sewage: their interactive effects on infant mortality. *Pediatrics*, 1988, **81**:456–461.
27. **Vecchio TJ**. Predictive value of a single diagnostic test in unselected populations. *New England journal of medicine*, 1966, **274**:1171–1173.
28. **Victora CG et al**. Is it possible to predict which diarrhoea episodes will lead to life-threatening dehydration? *International journal of epidemiology*, 1990, **19**:736–742.
29. **Fletcher RH, Fletcher SW, Wagner EH**. *Clinical epidemiology: the essentials*. Baltimore, Williams & Wilkins, 1982:41–58.
30. **Victora CG et al**. Birthweight and infant mortality: a longitudinal study of 5914 Brazilian children. *International journal of epidemiology*, 1987, **16**:239–245.
31. **Cole TJ**. Growth charts for both cross-sectional and longitudinal data. *Statistics in medicine*, 1994, **13**:2477–2492.
32. **Davis CE**. The effect of regression to the mean in epidemiologic and clinical studies. *American journal of epidemiology*, 1976, **104**:493–498.
33. **Rivera JA, Habicht J-P, Robson DS**. Effect of supplementary feeding on recovery from mild to moderate wasting in preschool children. *American journal of clinical nutrition*, 1991, **54**:62–68.
34. **Mason JB et al**. *Vigilancia nutricional*. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1984.
35. **Brooks RM et al**. A timely warning and intervention system for preventing food crises in Indonesia: applying guidelines for nutrition surveillance. *Food and nutrition*, 1985, **11**:37–43.
36. **Pelletier DL, Frongillo EA Jr, Habicht J-P**. Epidemiologic evidence for a potentiating effect of malnutrition on child mortality. *American journal of public health*, 1993, **83**:1130–1133.
37. **Chang Ying et al**. Nutritional status of preschool children in poor rural areas of China. *Bulletin of the World health Organization — Bulletin de l'Organisation mondiale de la Santé*, 1994, **72**:105–112.
38. **Yip R**. Expanded usage of anthropometry Z-scores for assessing population nutritional status and data quality. En: *Abstracts book no. 1, 15th International Congress of Nutrition (Adelaide)*. Adelaida, Unión Internacional de Ciencias de la Nutrición, 1993:279.

39. **Rose G.** Sick individuals and sick populations. *International journal of epidemiology*, 1985, 14:32–38.
40. **Lwanga SK, Lemeshow S.** *Determinación del tamaño de las muestras en los estudios sanitarios: Manual práctico*. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 1991.
41. *Conducting small-scale nutrition surveys: a field manual*. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 1990 (Nutrition in Agriculture, No. 5).
42. **Yip R, Sharp TW.** Acute malnutrition and high childhood mortality related to diarrhea. Lessons from the 1991 Kurdish refugee crisis. *Journal of the American Medical Association*, 1993, 270:587–590.
43. **Rogan WJ, Gladen B.** Estimating prevalence from the results of a screening test. *American journal of epidemiology*, 1978, 107:71–76.
44. **Habicht J-P et al.** Height and weight standards for preschool children. How relevant are ethnic differences in growth potential? *Lancet*, 1974, i:611–614.
45. **Meyers LD et al.** Prevalences of anemia and iron deficiency anemia in black and white women in the United States estimated by two methods. *American journal of public health*, 1983, 73:1042–1049.
46. **Mora JO.** A new method for estimating a standardized prevalence of child malnutrition from anthropometric indicators. *Bulletin of the World Health Organization — Bulletin de l'Organisation mondiale de la Santé*, 1989, 67:133–142.
47. **Monteiro CA.** Counting the stunted children in a population: a criticism of old and new approaches and a conciliatory proposal. *Bulletin of the World Health Organization — Bulletin de l'Organisation mondiale de la Santé*; 1991, 69:761–766.
48. **Brownie C, Habicht J-P, Robson DS.** An estimation procedure for the contaminated normal distributions arising in clinical chemistry. *Journal of the American Statistical Association*, 1983, 78:228–237.
49. *Nutrient adequacy: assessment using food consumption surveys. Report of the Subcommittee on Criteria for Dietary Evaluation of Food Consumption Surveys*, Food and Nutrition Board. Washington, DC, National Academy Press, 1986.
50. **Waterlow JC et al.** The presentation and use of height and weight data for comparing nutritional status of groups of children under the age of 10 years. *Bulletin of the World Health Organization — Bulletin de l'Organisation mondiale de la Santé*, 1977, 55:489–498.
51. The World Health Organization's infant-feeding recommendation. *Weekly epidemiological record — Relevé épidémiologique hebdomadaire*, 1995, 70:119–120.
52. **Martorell R, Habicht J-P.** Growth in early childhood in developing countries. En: Falkner F, Tanner JM, eds. *Human growth: a comprehensive treatise. Vol. 3: Methodology: ecological, genetic and nutritional effects on growth*. Nueva York, Plenum Press, 1986, 241–262.
53. **Marks GC, Habicht J-P, Mueller WH.** Reliability, dependability, and precision of anthropometric measurements. The Second National Health

and Nutrition Examination Survey 1979–1980. *American journal of epidemiology*, 1989, **130**:578–587.

54. Villar J et al. Perinatal data reliability in a large teaching obstetric unit. *British journal of obstetrics and gynaecology*, 1988, **95**:841–848.