

Estudio de dos propuestas sobre el modelo «phantom» de proporcionalidad de Ross y Wilson

M. D. CABAÑAS ARMESILLA, M. I. MAESTRE LOPEZ, A. HERRERO DE LUCAS
Departamento de Anatomía y Embriología Humana II. Facultad de Medicina.
Universidad Complutense de Madrid. España.

Resumen

El modelo «Phantom» de proporcionalidad de Ross y Wilson (1974) plantea dificultades cuando se trata de evaluar la proporcionalidad de individuos cuyos patrones normales se alejan de los promedios estándar poblacionales; muy especialmente en deportistas de élite o individuos en fase de crecimiento. Por este motivo, en los últimos años han aparecido propuestas de variación sobre el modelo «Phantom», como el Método Combinado propuesto por Lentini (2004) y el Método Escalable propuesto por nuestro grupo de investigación en 2005. En el presente artículo se hace un estudio comparativo de ambos métodos.

The proportionality «Phantom» model of Ross and Wilson (1974) creates difficulties for evaluate the proportionality of individuals whose normal patrons are outside the population averages standard; very especially for elite athlete or individuals in growth phase. For this reason, in the last years, proposals of variation on the «Phantom» model have appeared, such as the Combined Method proposed by Lentini (2004) and the Scalable Method proposed by our research team in 2005. The present article is a comparative study of both methods.

Palabras clave: Cineantropometría, phantom, proporcionalidad, combinado, escalable.

Introducción

En 1974 Ross y Wilson establecieron un modelo general, al que llamaron modelo «Phantom», para determinar la proporcionalidad de un individuo independientemente de sus características particulares como sexo, edad, etnia o actividad física. Se considera una referencia humana promedio, asexual, interracial, atemporal, adulta y bilateralmente simétrica. El modelo «Phantom» ha supuesto un enorme avance en el campo de la cineantropometría.

Una limitación de este modelo es que, en las muestras cuyos patrones normales se alejan de los promedios estándar poblacionales, los resultados son poco representativos. Muy especialmente con deportistas de élite o individuos en fase de

crecimiento, en los que la coexistencia de distintas velocidades de crecimiento para cada tejido origina profundas diferencias alométricas entre los individuos de distinto sexo, edad y estado madurativo. Para resolver este tipo de problemas se han planteado recientemente propuestas de variación sobre el modelo «Phantom», como el Método Combinado propuesto por Néstor Lentini en 2004 y el Método Escalable propuesto por nuestro grupo de investigación en el XXII congreso de la Sociedad Anatómica Española en 2005.

El objetivo de nuestro estudio es obtener resultados comparativos entre los métodos Combinado y Escalable y tratar de establecer sobre qué tipo de muestras y estudios resultan óptimamente aplicables.

Métodos

Para ello se tomó como muestra una población cuyos parámetros se alejaron mucho de los supuestos del modelo «Phantom». Se utilizó como

Correspondencia:
lolacaba@med.ucm.es
imaestrel@yahoo.es
aherrero@med.ucm.es

población una muestra de 67 escolares varones de 10 años. Sobre ellos se aplicó el método antropométrico y se obtuvieron medidas antropométricas directas como peso, talla, longitudes, perímetros, pliegues y diámetros mediante el empleo de material preciso y homologado y siguiendo las recomendaciones del International Working Group of Kinanthropometry (I.S.A.K.) y el Grupo Español de Cineantropometría (G.R.E.C.).

De la población de estudio se obtuvieron 38 muestras con elementos tomados de forma aleatoria de modo que la muestra 1ª estuviera formada por un elemento, la muestra 2ª por dos y así consecutivamente hasta la muestra 38ª formada por 38 elementos. En el diseño del método, la selección de las muestras se hizo con reemplazo (varios elementos están en más de una muestra), con el fin de poder determinar la forma en que el tamaño de la muestra tiende hacia los valores poblacionales.

Sobre cada muestra se realizaron los análisis correspondientes al método «Phantom», al Combinado y al Escalable de forma tal que se apreciaran como varían los resultados que se obtienen con cada método en función del tamaño de la muestra.

La estrategia del «Phantom» se basa en la tabla que expresa los valores correspondientes a las variables antropométricas del modelo Phantom extraídas a partir de extensas bases de datos de la población general (Wilmore y Behnke en 1969 y 1970; Yuhasz en 1996; Garret y Kennedy 1971); sobre las que se aplica la fórmula 1, que calcula el cambio proporcional en la variable según el valor positivo o negativo de Z.

$$Z_{i,Ph}(Variable) = \frac{Variable(i) \cdot \left(\frac{Estatura(Ph)}{Estatura(i)} \right)^{dimensión} - Variable(Ph)}{s_{Variable}(Ph)}$$

Fórmula 1. Cálculo del índice Z del modelo Phantom. (Ross y Wilson, 1974)

Siendo Z = índice de proporcionalidad de la variable estudiada, i = individuo sobre el que se toma la medida, $Variable$ = variable de estudio, Ph = valores de la tabla del modelo «Phantom», s = desviación estándar y $dimensión$ = dimensiones de la magnitud en la que se mide la variable (1 para medidas lineales L , 2 para medidas de superficie L^2 , 3 para medidas de masa L^3).

En el método escalable se emplea la misma ecuación para calcular el índice Z (fórmula 2), pero en vez de utilizar como referente el modelo «Phantom» se utiliza un modelo estándar específico para las cualidades poblacionales de la muestra a la cual pertenece el individuo. Tal modelo se puede determinar calculando una tabla M con los valores mM (media muestral) y sM (desviación estándar muestral) de cada variable y sustituyéndolos en la ecuación de Z:

$$Z_{i,M}(Variable) = \frac{Variable(i) \cdot \left(\frac{Estatura(M)}{Estatura(i)} \right)^{dimensión} - Variable(M)}{s_{Variable}(M)}$$

Fórmula 2. Cálculo del índice Z del modelo Escalable. (Maestre y col., 2005)

En el método combinado se sustituyen como referente los valores de las variables del modelo «Phantom» por los calculados mediante las fórmulas 3 y 4:

$$mC_{variable} = \frac{variable(Ph) + n \cdot mM_{variable}}{n + 1}$$

$$sC_{variable} = \sqrt{\frac{(n - 1) \cdot sM_{variable}^2 + s(Ph)}{n + 1}}$$

Fórmulas 3 y 4. Cálculo de la media y desviación estándar combinada (Lentini,2004)

Siendo mC = media combinada, sC = desviación estándar combinada, n = tamaño de la muestra, mM = media muestral y sM = desviación estándar muestral. Con estos valores se calcula la tipificación Z combinada usando la fórmula 5:

$$TZC_{variable}(i) = \frac{variable(i) - mC_{variable}}{sC_{variable}}$$

Fórmula 5. Cálculo de la tipificación Z combinada (Lentini,2004)

Resultados y discusión

El primer aspecto a estudiar es la variación en los modelos referentes que se usan como patrón para el estudio de la proporcionalidad en cada uno de los tres métodos. Su elección condiciona el rendimiento de nuestro análisis, porque cuanto más se parezca éste a la media poblacional mayor información aporta el análisis de la proporcionalidad sobre las diferencias entre un individuo y su población de referencia.

Para la estrategia «Phantom» el referente es la tabla del modelo que determina, en cada variable un valor constante e independiente de la población y del tamaño de la muestra tanto en la magnitud como para la desviación estándar.

Por el contrario, tanto el método combinado como el escalable utilizan referentes variables que dependen del tipo y tamaño de la muestra. Para el método combinado el referente está formado por la tabla de valores muestrales $\{mC_{variable}; sC_{variable}\}$, mientras que el referente del método escalable es la propia tabla de los promedios y desviaciones muestrales $\{mM_{variable}; sM_{variable}\}$. Los resultados

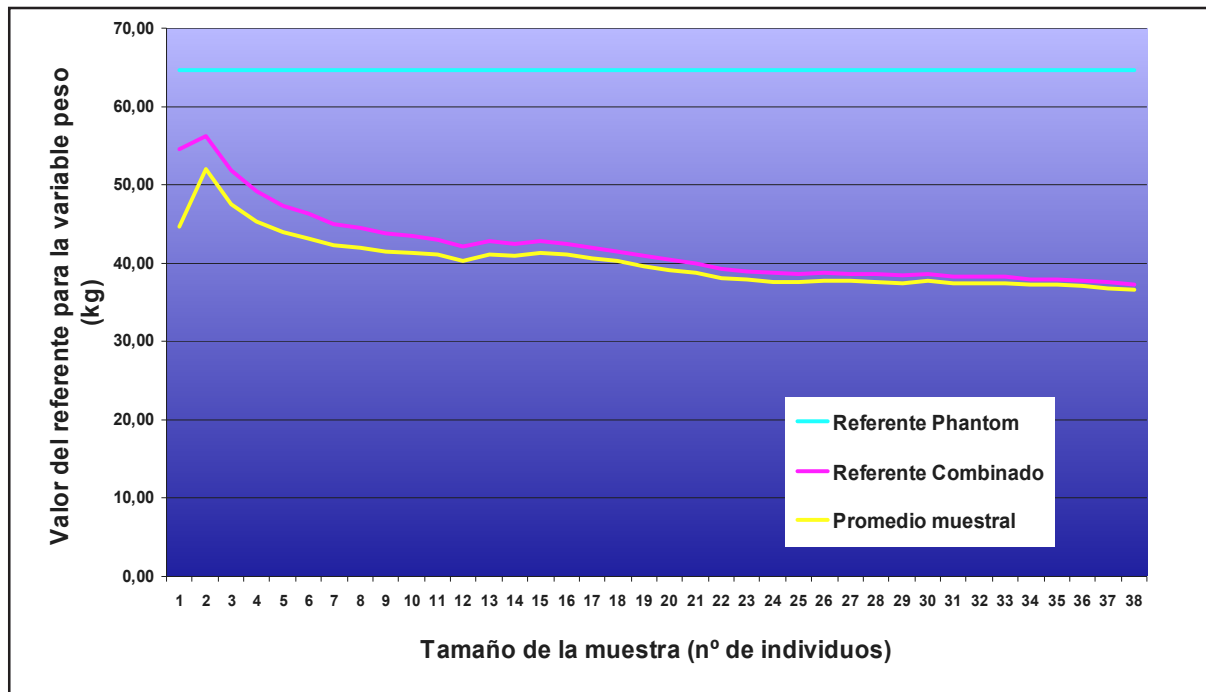
que vamos a presentar son los obtenidos para la variable peso por ser tener su valor un significado especialmente relevante para la valoración de determinadas características de nuestra muestra. En la gráfica 1 se muestran las variaciones que se producen, en los valores de la variable *peso*, de los referentes para cada método, en función del tamaño muestral y en la gráfica 2 las desviaciones estándar de dichos valores.

Cuando el promedio poblacional varía respecto del modelo «Phantom», el referente del método combinado adquiere valores intermedios entre los del «Phantom» y el promedio muestral que se utiliza en el método escalable. Las diferencias entre ambos métodos, disminuyen a medida que aumenta el tamaño de la muestra. Para muestras de gran tamaño, tanto el promedio muestral como la media combinada tienden al promedio poblacional, pero el promedio muestral se acerca más rápidamente.

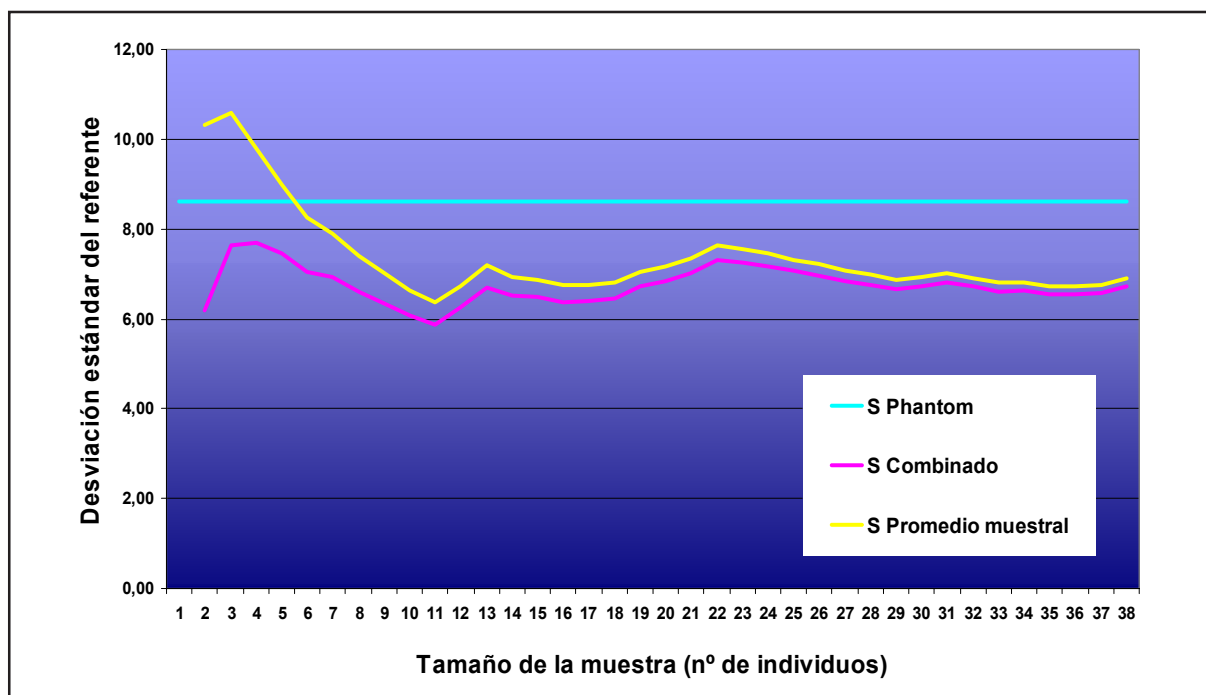
Cuando la desviación estándar poblacional varía respecto del modelo «Phantom», la desviación estándar muestral empleada en el método escalable adquiere valores intermedios entre el «Phantom» y la desviación estándar método combinado (gráfica

2). Para muestras de mayor tamaño, tanto la desviación estándar muestral como la combinada tienden a la poblacional. Pero, aunque la desviación estándar combinada tiene valores inferiores, la desviación estándar muestral se acerca más rápidamente al promedio poblacional.

El objetivo de las modificaciones propuestas al modelo «Phantom» consiste en que los modelos referentes tengan en cuenta las variaciones características de las poblaciones que no coinciden con el estándar de forma que, en los resultados (índices Z), los valores de los individuos normales



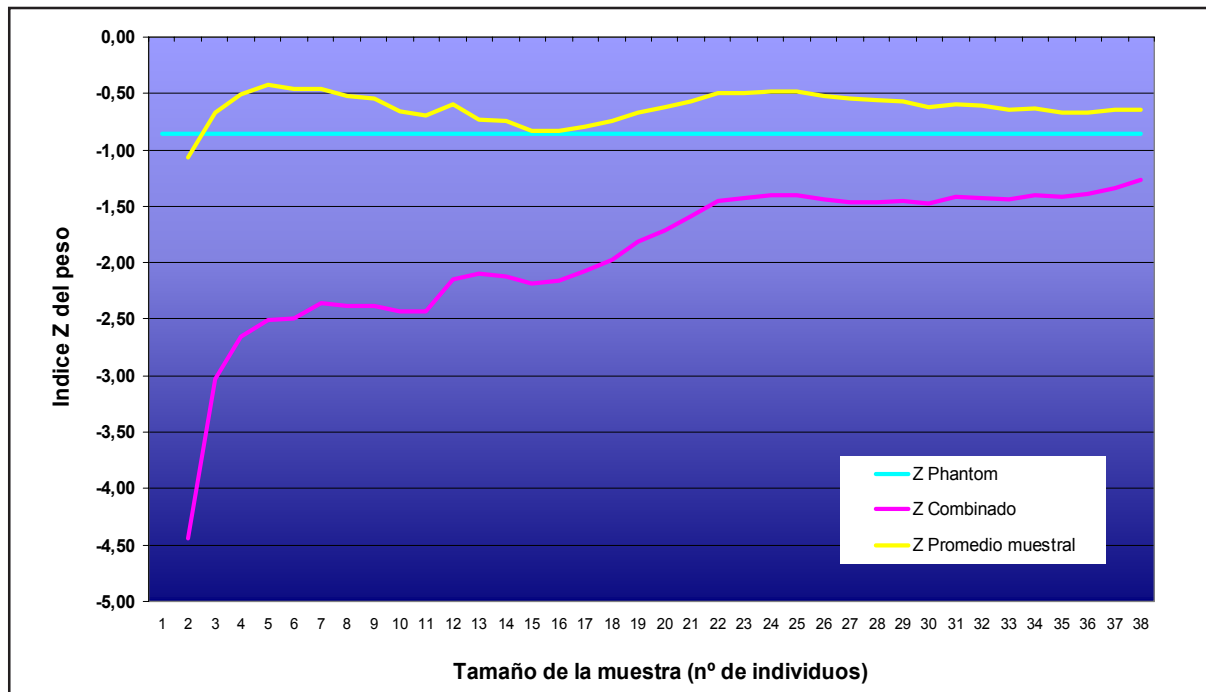
Gráfica 1. Variaciones en los valores de los referentes en función del tamaño muestral



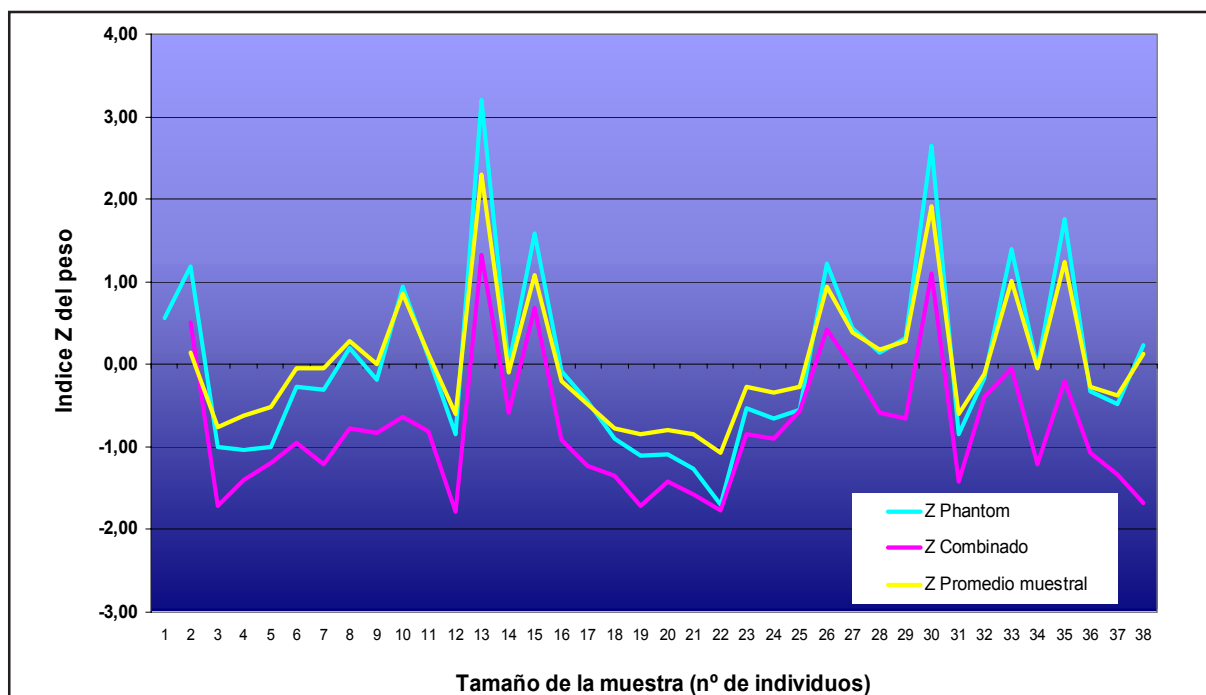
Gráfica 2. Desviaciones estándar de los referentes en función del tamaño muestral

de tales poblaciones se aproximen más al valor $Z=0$ que con el modelo «Phantom». Como se observa en la gráfica 3 tal objetivo se cumple mejor con el método escalable, sobre todo para muestras inferiores a 20 individuos y en general para cualquier tamaño muestral. De hecho, para tamaños

pequeños de la muestra los resultados del método combinado son particularmente poco representativos. Otro modo de observar ésta diferencia es observando el comportamiento del índice Z y TZC para el último individuo añadido en cada muestra (gráfica 4).



Gráfica 3. Índices Z «Phantom» y Escalable (promedio muestral) y TZC en función del tamaño muestral



Gráfica 4. Índices Z y TZC para el último individuo añadido en cada muestra

Puesto en cada muestra sucesiva se añade un individuo distinto, los índices Z y el TZC, varían mucho de unas muestras a otras. Sin embargo, existe una característica fundamental que diferencia los resultados obtenidos con ambos métodos: todos los TZC tienen valores inferiores a los índices Z del Phantom y del modelo escalable.

Este hecho es debido a la ecuación que se utiliza en el cálculo del TZC (fórmula 5), en la que se ha eliminado, respecto de los índices Z del Phantom, el factor de normalización con respecto a la estatura, sin sustituirlo por otro factor de normalización. De esta forma, en el método combinado, la proporcionalidad descansa sólo sobre la variabilidad de su modelo referente. Así, por ejemplo, dos individuos que tengan determinada variable en igual proporción respecto de la estatura, tanto en la estrategia «Phantom» como en el modelo escalable tendrán igual índice Z, mientras que en el método combinado los TZC serían distintos.

Nuestra muestra utiliza niños de 10 años que, por lo general, tienen estaturas inferiores a la estatura media adulta. Por este motivo los valores de TZC son inferiores a los obtenidos con los índices Z del Phantom y del modelo escalable. De igual forma, si la muestra estuviera formada por individuos cuya altura normal fuera superior a la estatura normal adulta (por ejemplo, atletas de determinadas especialidades) los valores de TZC serían superiores a los obtenidos con los índices Z.

Conclusiones

1. Los TZC del método combinado no son verdaderos índices de proporcionalidad porque eliminan de su ecuación la normalización, en este caso la estatura.

2. Para hacer un estudio de la proporcionalidad de poblaciones cuyos valores normales se alejan mucho del modelo «Phantom» es más útil el modelo escalable que el combinado.

3. El referente del modelo escalable tiende más rápidamente que el referente del método combinado hacia el promedio poblacional.

Bibliografía

1. **Cabañas MD, Maestre MI, Herrero A.** (2005). *Modelo estándar de proporcionalidad ontogénica. Propuesta de adaptación del modelo estándar de referencia en cineantropometría al estudio de las poblaciones en crecimiento.* XXII Congreso de la Sociedad Anatómica Española. Murcia (Spain).
2. **Cabañas MD, Maestre MI, Herrero A.** (2005). *Cambios de la proporcionalidad corporal durante el crecimiento en edades adolescentes.* XXVIII Congreso de la sociedad ibérica de biomecánica y biomateriales. Cáceres (Spain).
3. **Garrido RP, González M, Soro J, Garnes AF, Pérez J.** (2005) Proporcionalidad: Método Combinado en Futbolistas. *Archivos de Medicina del Deporte*; 3, 103: 422-423.
4. **Lapieza, M.G.; Nuviala, R.J.; Castillo, M.C.; Giner, A.** (1996) «Estudio morfológico y de proporcionalidad enana población de niñas deportistas». *Archivos de Medicina del Deporte.* Vol XI. N° 41. pp 29-34.
5. **Lentini NA, Verde PE.** (2004) El método combinado: una propuesta específica en proporcionalidad antropométrica. *Archivos de medicina del deporte*; 101: 223-229
6. **Maestre, M.I.** (2004) *Análisis cineantropométrico del crecimiento en deportistas adolescentes.* Tesis doctoral. Facultad de Medicina. Universidad Complutense de Madrid.
7. **Ordaz E.** (2006) Changed reference models in proportionality analysis. Cornell University. New York; 2006. Physics/0602064. En URL: <http://xxx.lanl.gov/abs/physics/0602064>.
8. **Pacheco, J.L.** (1993) *La proporcionalidad corporal. Manual de cineantropometría.* Grupo Español de Cineantropometría GREC (Ed). Monografías FEMEDE. pp. 95-112. Pamplona.
9. **Ross, W.D.** (1985). *The «Phantom» stratagem for proportional growth assessment: questions and answers.* *Humanbiol.*, 16: 153-167
10. **Ross, W.D.; Bailey, D.A.; Weese, C.H.** (1977). *Proportionality in interpretation of longitudinal metabolic function data on boys.* *Frontiers of Activity and Child Health*, pp 225-235.
11. **Tanner, J.M.** (1986). *El hombre antes del hombre. El crecimiento físico desde la concepción a la madurez.* Ed. Fondo de Cultura Económica de México, 14-118.
12. **Shepard, R.J.; LaBarre, R.; Jequier, J.C.; Levallee, H.; Rajic, M.; Volle, M.** (1985). *The unisex «Phantom», sexual dimorphism and proportional growth assessment.* *Amer. J. Phys. Anthropol.*, 67, 4:403-412.