



UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE MEDICINA

LABORATORIO DE ANTROPOLOGÍA

**SUPERPOSICIÓN CRANEOFACIAL PARA
IDENTIFICACIÓN HUMANA.
UN ESTUDIO EN POBLACIÓN MEDITERRÁNEA**

TESIS DOCTORAL

FERNANDO J. NAVARRO MERINO

DIRECCIÓN:

PROF. DR. MIGUEL C. BOTELLA LÓPEZ

PROF. DRA. INMACULADA ALEMÁN AGUILERA

PROF. DR. SERGIO DAMAS ARROYO

GRANADA, 2011



UNIVERSIDAD DE GRANADA
FACULTAD DE MEDICINA
LABORATORIO DE ANTROPOLOGÍA

El Doctor Miguel C. Botella López, Profesor Catedrático del Laboratorio de Antropología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Granada

CERTIFICA:

Que D. Fernando J. Navarro Merino, licenciado en Bellas Artes, ha realizado bajo mi dirección los trabajos de su Tesis Doctoral: **"Superposición Craneofacial para Identificación Humana. Un Estudio en Población Mediterránea."** La Tesis ha sido revisada por el que subscribe, por lo tanto estimo que reúne las condiciones para ser presentada a defensa pública ante el Tribunal con el objetivo de optar al grado de Doctor.

Y para que así conste y surta sus efectos en el expediente correspondiente, se expide la presente con el Visto Bueno del Director de la Tesis Doctoral.

Granada, a 15 de noviembre de 2011



UNIVERSIDAD DE GRANADA
FACULTAD DE MEDICINA
LABORATORIO DE ANTROPOLOGÍA

La Doctora Inmaculada Alemán Aguilera, Profesora Contratada Doctora del Laboratorio de Antropología de la Facultad de Medicina de la Universidad de Granada

CERTIFICA:

Que D. Fernando J. Navarro Merino, licenciado en Bellas Artes, ha realizado bajo mi dirección los trabajos de su Tesis Doctoral: **"Superposición Craneofacial para Identificación Humana. Un Estudio en Población Mediterránea."** La Tesis ha sido revisada por el que subscribe, por lo tanto estimo que reúne las condiciones para ser presentada a defensa pública ante el Tribunal con el objetivo de optar al grado de Doctor.

Y para que así conste y surta sus efectos en el expediente correspondiente, se expide la presente con el Visto Bueno del Director de la Tesis Doctoral.

Granada, a 15 de noviembre de 2011



UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE MEDICINA

LABORATORIO DE ANTROPOLOGÍA

El Doctor Sergio Damas Arroyo, Profesor Contratado Doctor de la Universidad de Granada (en excedencia) e Investigador Principal del "Centro Europeo de Soft Computing"

CERTIFICA:

Que D. Fernando J. Navarro Merino, licenciado en Bellas Artes, ha realizado bajo mi dirección los trabajos de su Tesis Doctoral: **"Superposición Craneofacial para Identificación Humana. Un Estudio en Población Mediterránea."** La Tesis ha sido revisada por el que subscribe, por lo tanto estimo que reúne las condiciones para ser presentada a defensa pública ante el Tribunal con el objetivo de optar al grado de Doctor.

Y para que así conste y surta sus efectos en el expediente correspondiente, se expide la presente con el Visto Bueno del Director de la Tesis Doctoral.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "F. Navarro Merino", written over a faint circular stamp.

Granada, a 15 de noviembre de 2011

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo no se habría podido llevar a cabo sin la colaboración de los servicios centrales de los hospitales de Castilla La Mancha (SESCAM). Dr. José M^a Sevilla, Julia Lucendo y Jaime Jiménez.

De igual manera, quiero agradecer a la Consejería de Economía, Innovación y Ciencia de la Junta de Andalucía, por el proyecto de investigación de Excelencia. TIC: P06-01619.

No me puedo olvidar en ningún caso de todos los compañeros y amigos del laboratorio de quienes siempre he aprendido algo; Ana del Olmo, Ana Solari, Anabel, Ángela, Argui, Ari, Chema, Javi, Joaquín, Juan Pablo, Luz, Mirjana, Paqui, Patri, Pedro Bosch “pos no venga tan seguido”, Pedro e Inés y Sandra.

A grandes profesores y ahora amigos; Daniel Turbón, Conrado Rodríguez, Tzipi Kahana, Milton Nuñez.

A Elisa y Juan Antonio, y los compañeros del Instituto de Medicina Legal de Granada. Por supuesto a Imanol y Manu, los de “Huelva”.

José Prados, gracias por el apoyo el interés y tantas oportunidades de colaborar que me has ofrecido.

José Santamaría, gracias por la colaboración con todos los problemas informáticos, el escáner y la “cámara de tiempo de vuelo”.

A todo el personal del European Centre for Soft Computing, en especial a Oscar Ibáñez, que te lo has currado de lo lindo; a Oscar Córdón, siempre con buenos consejos. Realmente me habéis ayudado mucho.

Tres bases del laboratorio: Carmen García, Sylvia Jiménez y Rosa Maroto. Me habéis dado tantos y tan grandes consejos como buenos ratos.

Sr. Joan Viciano, cuántas tardes, cuánto cafelillos, cuántos ratos de lavadero, cuantos madrugones, cuántas risas, cuántas charlas que hemos tenido, y las que nos quedan, verdad...?. Gracias "Antoñito" por la recta final.

Sr. Stefano De Luca, gran amigo, tantas cosas que me has enseñado, no solo en el trabajo, sino en la actitud ante la vida, eres grande, muy grande. Gracias "*hermano guiri de Sevilla*" y por ende, gracias a Miriam, cuídamelo.

Mari, Paco y "Paquete", con esos buenos ratos en los que me habéis ayudado a desconectar de todo esto y enfocar de nuevo el trabajo.

Juan Pablo Plata, muchas tardes divagando, me has ayudado a enfocar este trabajo desde otro punto de vista. Se te hecha de menos. Ya lo sabes

Paquito y "Queen", fuísteis los primeros en animarme a meterme en esto.

A mis queridos directores, más que pacientes conmigo, gracias por vuestra guía.

Sergio: a pesar de la distancia me has sabido dar grandes consejos y me has ayudado a encaminar este trabajo en el que tantas veces me he encontrado perdido.

Miguel: desde el principio me has animado a aprender y a intentar superar mis carencias, gracias; me has dado una gran motivación para seguir adelante. Tu confianza desde el primer momento, antes de conocerme, me empuja a seguir adelante.

Inma: mi querida Inma, nada de esto se hubiese conseguido sin ti. Tu empezaste con esto, y espero que esto te sirva como parte de recompensa y que te reconforte, después de todo es tan tuya como mía. Siempre has velado por mí y por mi trabajo. Tu tesón y tu apoyo en todo momento, tanto en el laboratorio, como fuera de él. Gracias, mil gracias.

Por último, a mi hermana, y los dos David, mi “sobri” y mi “concu”; a mis padres, todo esfuerzo tiene su recompensa, quién os lo iba a decir. Ali compañera y más que amiga, muchas gracias por tu paciencia, comprensión y apoyo. Y por supuesto a Nando Jr., gracias a ti por el último empujón.

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN	17
I.1. ESTUDIO ANATÓMICO ÓSEO DE LA CABEZA	22
I.1.A. DESCRIPCIÓN ANATÓMICA	25
I.2. ESTUDIO ANTROPOLÓGICO DE LA CABEZA	38
I.2.A. MADURACIÓN ÓSEA	39
I.2.B. PUNTOS CRANEOMÉTRICOS	45
I.2.C. PLANOS, LÍNEAS E ÍNDICES CRANEALES	50
I.3. ESTUDIO ANATÓMICO FACIAL.....	53
I.3.A. PUNTOS SOMATOMÉTRICOS.....	53
I.3.B. ÁREAS FACIALES.....	56
I.4. TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN	58
I.4.A. IDENTIFICACIÓN CRANEOFACIAL	60
I.4.B. TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN CRANEOFACIAL.....	62
I.4.B.a. Análisis Antropométrico	63
I.4.B.b. Comparación Morfológica Facial	63
I.4.B.c. Superposición Cara-Cara	64
I.4.B.d. Reconstrucción Facial.....	64

ÍNDICE

I.4.B.e. Superposición Facial	67
<i>I.4.B.e.1. Orígenes de la Superposición Facial</i>	<i>68</i>
<i>I.4.B.e.2. La Superposición en la Actualidad</i>	<i>69</i>
<i>I.4.B.e.3. Metodología de Superposición Craneofacial</i>	<i>72</i>
<i>I.4.B.e.4. Puntos Craneométricos usados en Superposición Facial</i>	<i>76</i>
<i>I.4.B.e.5. Puntos Somatométricos usados en Superposición Facial</i>	<i>78</i>
<i>I.4.B.e.6. Correspondencia Entre Puntos Craneométricos y Somatométricos</i>	<i>80</i>
 II. TÉCNICAS DE IMÁGENES UTILIZADAS EN ANTROPOLOGÍA FÍSICA Y FORENSE.....	 83
II.1. RADIOGRAFÍA DIGITAL	84
II.2. IMAGEN POR RESONANCIA MAGNÉTICA.....	86
II.3. TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA.....	88
II.4. TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA HELICOIDAL.....	91
II.5. ESCÁNERES TRIDIMENSIONALES.....	94
 III. OBJETIVOS.....	 97
 IV. MATERIAL Y MÉTODOS.....	 99
IV.1. MATERIAL PARA EL ESTUDIO DE CORRESPONDENCIAS	99
IV.2. MATERIAL PARA CASOS PRÁCTICOS.....	107
IV.3. METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE TOMOGRAFÍAS	109
IV.4. METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE LA SUPERPOSICIÓN CRANEOFACIAL	115

ÍNDICE

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	119
V.1. COORDENADAS ESPACIALES.....	121
V.2. ANÁLISIS DE COORDENADAS ESPACIALES	148
V.3. ANÁLISIS MODULAR.....	158
V.4. RESULTADOS MODULARES.....	231
V.5. INTERPRETACIÓN GRÁFICA DE LOS RESULTADOS	244
V.6. APLICACIONES PRÁCTICAS	247
V.6.A. CASO 1	247
V.6.B. CASO 2	258
V.6.C. CASO 3 (PRUEBA NEGATIVA)	268
VI. CONCLUSIONES.....	273
VII. GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	277
VIII. BIBLIOGRAFÍA.....	281

I: INTRODUCCIÓN

Amnistía Internacional definió en 1994 la Antropología Forense como: “el estudio de asuntos médico-legales relacionados con una persona fallecida, por medio del examen y el estudio de los restos del esqueleto para, entre otras cosas, tratar de determinar la identidad de la persona, la forma y las causas de su muerte”.

La Antropología Forense es una ciencia moderna que depende de la Antropología Física y que trata de identificar restos humanos, ya sea esqueletizados o en mal estado de conservación (Stewart, 1979; Iscan, 1993), así como estudiar las causas y circunstancias de la muerte del individuo (casos de personas desaparecidas, guerras, atentados terroristas o grandes catástrofes, entre otros). La amplitud de tareas que conlleva esta disciplina es muy diversa; desde el proceso de obtención de los restos, hasta la individualización en el mejor de los casos. Todo este conjunto de estudios la convierte en una ciencia multidisciplinar.

La Antropología Física tiene como objetivo principal el conocimiento del hombre, tanto desde el punto de vista biológico como cultural. Esto incluye el estudio del esqueleto humano, con la finalidad de conocer datos del individuo (el sexo, la edad, la talla, grupo étnico, etc.) hasta llegar a conocer la causa

INTRODUCCIÓN

de la muerte. También en numerosas ocasiones se utilizan los métodos de la Antropología física para el estudio y determinación de edad en sujetos vivos mediante sus características morfológicas y métricas.

Los antropólogos forenses desarrollan técnicas científicas para la identificación de cadáveres humanos en cualquier estado de conservación, sobre todo en avanzado estado de descomposición, momificación o esqueletización. La intencionalidad de esta ciencia es la de individualizar. Para ello, se parte de estudios generales de rangos de edad, sexo, grupo étnico al que pertenecen, hasta llegar a reducir la población de estudio. El siguiente paso es la obtención de datos más precisos, como la estimación de la talla y la observación de posibles lesiones o patologías, entre otras características de identificación, que permitan individualizar al sujeto.

El proceso de identificación consiste en la comparación entre características generales hasta llegar a la individualización. El primer estudio es determinar si los restos son de procedencia humana o no. Posteriormente, para determinar el sexo y la edad de un individuo, los antropólogos han llevado a cabo multitud de estudios para adaptarse al material con el que tienen que trabajar. En muchas ocasiones, los restos hallados se encuentran en mal estado ya que están fragmentados o aislados. También hay enterramientos comunes en los que no se conoce el número de individuos que hay, o si han sufrido algún tipo de traslado. Todo esto puede afectar a la cantidad y calidad de los restos óseos que puedan aparecer. La recuperación y registro de los elementos hallados sin una metodología determinada puede conducir a la pérdida de algún hueso, o a una mala interpretación, lo que puede llevar a error.

Una vez confirmado que se trata de restos humanos, el siguiente paso es la determinación del número mínimo de individuos que pueda haber, y la metodología a seguir suele comenzar por la separación de los huesos por tipo y lateralidad.

INTRODUCCIÓN

El primer análisis que se suele hacer, una vez concretado el número mínimo de individuos, es el diagnóstico sexual, ya que puede influir en la estimación de la edad y de la talla del individuo. Por esa misma razón se han desarrollado metodologías específicas para la determinación del sexo; se utilizan distintos segmentos óseos y son específicas para los diferentes grupos humanos (Kimura, 1982; Iscan y Miller-Shaivitz, 1984; Alemán, 1997, entre otros). En los últimos años se ha multiplicado el número de publicaciones sobre estimación del sexo mediante la utilización de funciones discriminantes, hecho que refleja la necesidad de una especialización cada vez mayor.



Fig. 1: Restos óseos dispuestos para ordenar, identificar y numerar.

Al igual que en el análisis sexual, la estimación de la edad es otro diagnóstico importante, tanto para la identificación de individuos, como para el estudio paleodemográfico y paleopatológico, asociado a la esperanza de vida y enfermedades que afectaron a una determinada población.

INTRODUCCIÓN

Los principales métodos que se utilizan para estimar la edad del individuo en el momento de la muerte están englobados en tres etapas diferentes que dependen del crecimiento y desarrollo óseo. La primera engloba a los individuos infantiles y los estudios en los que se basan se centran en el análisis del grado de formación y erupción de los dientes, la aparición de los centros de osificación y la maduración ósea (Fazekas y Kosa, 1978; Ubelaker, 1989; Schwartz, 1995). En sujetos jóvenes y adultos se tiene en cuenta el estado de sinostosis de las suturas craneales, los cambios morfológicos de la sínfisis púbica y de la faceta auricular, así como el grado de osificación del extremo esternocostal de la cuarta costilla (Todd y D'Errico, 1928; McKern y Stewart, 1957; Masset, 1989). Además de estas modificaciones óseas basadas en cambios de desarrollo específicos, puede haber alteraciones morfológicas condicionadas en respuesta a cambios genéticos, ambientales, por enfermedades, actividad profesional o por la alimentación (Scheuer y Black, 2004; Buckberry y Chamberlain, 2002).

Una vez establecidas estas características biológicas básicas, es necesario obtener los datos sobre posibles lesiones patológicas, variantes anatómicas o anomalías óseas que, comparados con los datos *antemortem*, aporten información más específica para establecer una identificación. Mientras que en vida se pueden observar características distintivas, como cicatrices, tatuajes, tamaño y forma de las orejas o la nariz, en el esqueleto, las anomalías dependen de otro tipo de evidencias, como la falta de dientes o algún tratamiento dental o intervenciones quirúrgicas, como la implantación de tornillos o posibles lesiones, entre otros. El grado de cicatrización puede ayudar a datar el tiempo que ha pasado desde la fractura u operación.

También pueden ayudar los estudios radiológicos para comparar características *ante- y postmortem*.

INTRODUCCIÓN



Fig. 2. Imagen tomográfica de un cráneo con múltiples fracturas.

Finalmente, para concretar la identificación de un individuo, se suele recurrir a técnicas genéticas, Dactiloscopia, Odontología, Radiología o la superposición fotográfica. Todas ellas parten de la comparación de datos conocidos con los obtenidos por medio del estudio de los restos óseos. Cada individuo tiene un código genético único que se puede extraer de la sangre, tejidos blandos e incluso del hueso; el inconveniente es que debe haber un registro *antemortem* de ADN para hacer una identificación positiva. Al igual que en la Dactiloscopia, sin registro previo, no puede haber identificación.

I.1: ESTUDIO ANATÓMICO ÓSEO DE LA CABEZA

El elemento más complejo del cuerpo humano es la cabeza. Es especialmente importante, ya que es la zona central del sistema nervioso, e incluye los órganos de la vista, olfato y oído, además de la primera parte de los aparatos digestivo y respiratorio. La cara es la primera fuente de interacción (Hennesy *et al.*, 2005) y de identificación con los demás, (De Carlo *et al.*, 1998; Fraser *et al.*, 2003). Además de ser el principal elemento de reconocimiento entre personas, es una fuente de expresiones y de información, ya que ésta varía con el paso del tiempo de una forma constante. El continuo cambio de la morfología facial, desde la niñez hasta la vejez, es fácilmente reconocible por todos, lo que nos facilita la labor de identificar a un individuo con un rango de edad aproximado.



Fig. 3. Imagen tridimensional de un cráneo.

INTRODUCCIÓN

Esta parte del cuerpo ha sido estudiada ampliamente por médicos y artistas, con la intención de medir y reproducir algunas de sus características. A menudo se utilizan métodos de análisis gráficos para describir las variaciones morfológicas faciales y sus proporciones. Incluso hay estudios que relacionan la morfología de la cara con ciertas actitudes, desde características de inteligencia hasta instintos criminales. Estas últimas solían relacionar la presencia de ciertas asimetrías exageradas con cierta tendencia a la delincuencia.

Ya desde el Renacimiento, el estudio de la fisionomía proporcionaba cierta tendencia a relacionar los rasgos faciales con las actitudes del individuo, e incluso relacionarlos con ciertos animales. Leonardo da Vinci realizó estudios de anatomía comparando al hombre con ciertas especies de animales; por ejemplo con ciertos monos (babuinos), felinos como león o tigre, o con caballos. Este estudio lo continuó Lavater en el s. XVIII.

Posteriormente se han realizado estudios de anatomía, donde se relacionan las proporciones del cuerpo y de la cabeza. En el tratado de Anatomía Pictórica (Esquivel, 1848) se realiza un resumen de los estudios anatómicos en la Historia del Arte. Desde las dimensiones de las esculturas griegas clásicas, en las que se incluye que el tamaño del cuerpo está formado por seis cabezas y media; o los estudios de Vitrubio, quien concluye que el cuerpo humano tiene la altura de ocho cabezas, contando desde la coronilla hasta la barba. Por su parte, con respecto a las medidas de la cabeza, se determina que el rostro se divide en tres partes iguales: frente, nariz y de la nariz a la barbilla; mientras que al cráneo se le añade un tercio más. Estos tercios son la base para medir el ancho de la cara, de la boca, orejas, e incluso el cuerpo completo. Aparte se completa el estudio con las proporciones de la mujer, y de los niños, siempre partiendo del tamaño de la cabeza, como unidad, o su división por los tercios antes mencionados. A su vez, dicho tratado hace un estudio de las proporciones corporales en las diferentes edades; éstas a su vez están divididas en: "infancia, juventud, edad viril y la vejez".

INTRODUCCIÓN

Por otro lado, se han utilizado estudios de mediciones del cráneo para agrupar a los individuos. La Frenología fue una ciencia muy popular en el siglo XIX, que afirmaba que las funciones cerebrales se pueden localizar en la corteza cerebral, y que su desarrollo influye en la conducta del hombre. De esto se podía deducir que el desarrollo conductual de cada individuo se refleja en la morfología craneal; las protuberancias, oquedades y la forma del cráneo, podían dar a conocer el carácter innato de una persona. Su creador, el médico Franz Joseph Gall, afirmaba que era posible determinar las facultades afectivas de cada individuo desde el momento de su nacimiento. Distinguió en el cráneo 21 regiones de afectividad divididas en 9 tendencias (destruictividad, amatividad, tendencia a habitar, tendencia a adquirir, etc.) y 11 sentimientos, desde la prudencia hasta la alegría.



Fig. 4. Ejemplo de las zonas de estudio frenológico.

Uno de los problemas básicos de esta pseudociencia era la procedencia de la muestra sobre la que se realizaron los estudios, ya que la mayoría de los sujetos estaban en penitenciarías, asilos, presidios y hospitales; esto hace que el estudio morfológico craneal esté limitado a personas con cierta anormalidad sin que se valore el total de la población.

Existen multitud de estudios y trabajos sobre identificación facial, con la finalidad de clasificar a un individuo o de intentar singularizar cada uno de los rasgos faciales. En realidad, podemos concluir que ni la Frenología ni la Fisionomía tienen base científica alguna; sin embargo, en el día a día utilizamos la "Fisionomía" de manera inconsciente al "juzgar" de antemano a cualquier individuo desconocido diciendo :*"tiene cara de malo"*; *"tiene cara de bonachón,..."* entre otras expresiones.

I.1.A: DESCRIPCIÓN ANATÓMICA

Para la descripción anatómica nos hemos guiado en: el *Atlas de anatomía humana* (Spalteholz); *Anatomía Humana* (Testu, Latarjet); *The Juvenile Skeleton* (Scheuer & Black).

La cabeza es la parte más elevada del cuerpo, situada sobre la columna vertebral en conexión por el atlas. Se ha definido como la zona más importante y complicada del cuerpo humano. Ésta a su vez se puede dividir en dos conjuntos diferentes:

Por un lado el cráneo, que contiene el encéfalo, y por otro la cara, donde están la mayoría de los órganos de los sentidos. En nuestro trabajo nos vamos a centrar en este último, ya que para la identificación facial es necesario conocer su morfología. Aún así, vamos a realizar una breve descripción de ambos conjuntos, ya que nos puede facilitar la comprensión de la relación de los elementos que veremos más adelante.

1. El cráneo, contiene y protege el centro del sistema nervioso, el encéfalo; está compuesto por ocho huesos: frontal, etmoides, esfenoides y occipital, como huesos centrales y por lo tanto impares, mientras que los parietales y los temporales son laterales y pares. En el estudio del desarrollo craneal se debe hacer tres divisiones temporales, en función de la osificación. En **el cráneo del niño** hay unos espacios membranosos denominados fontanelas que unen cada elemento óseo. El crecimiento de cada hueso continúa con la tendencia a encontrarse unos con otros, disminuyendo el tamaño de las fontanelas. La última en desaparecer es la fontanela anterior que se suele cerrar entre los dos o tres años. En el **cráneo del adulto** los huesos de la bóveda están en contacto, aunque las suturas no estén

INTRODUCCIÓN

unidas, ya que entre ellas hay una membrana sutural que permite que el cráneo continúe creciendo. Cuando la osificación invade dicha membrana, las suturas comienzan a fusionarse (fig. 5), proceso que comienza a los 25 años. Cuando la fusión se completa, normalmente entre los sesenta y cinco y los ochenta años, se considera el cráneo como **senil**.

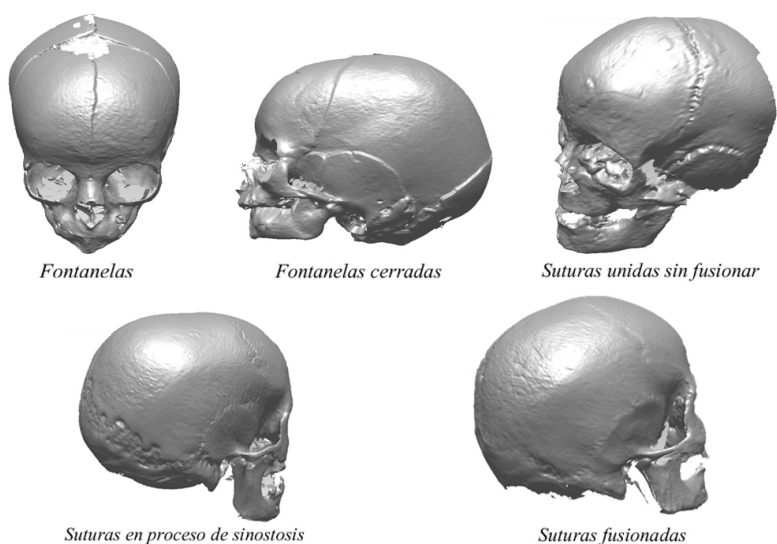


Fig. 5. Ejemplos tridimensionales de la evolución del cierre de las fontanelas y sinostosis de las suturas.

INTRODUCCIÓN

McKern, en 1955, realizó un estudio antropológico sobre soldados americanos fallecidos en la guerra de Corea. En el trabajo se incluye una clasificación de edad según el grado de fusión de las suturas (fig. 6).

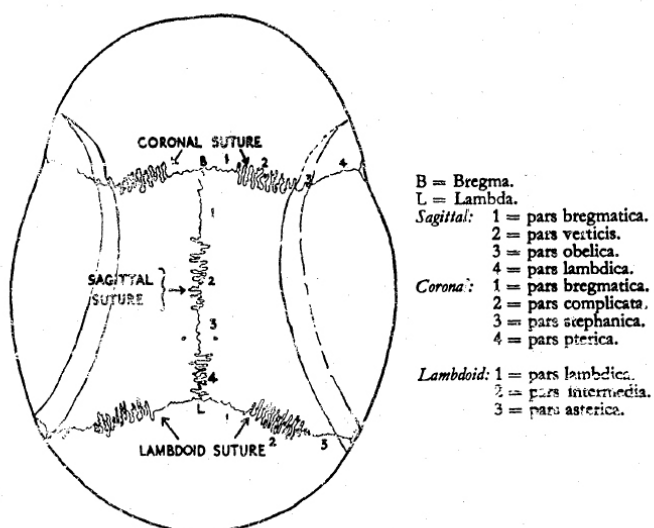


Fig. 6. Representación gráfica de las suturas craneales (McKern, 1955).

INTRODUCCIÓN

- a) El frontal, es un hueso con una morfología simétrica situado en la parte más anterior del cráneo. Articula con los dos huesos parietales y esfenoides, en su parte posterior, mientras que por abajo está en conexión con el etmoides, los huesos propios de la nariz, los males, los unguis y los maxilares. Es un hueso con una configuración lisa en su cara anterior, aunque en el individuo joven presenta una sutura central (sutura frontal metópica); ésta desaparece en el adulto. En su línea media, justo por encima de la raíz de la nariz, hay una pequeña protuberancia denominada *glabella*. Ligeramente inferior a esta zona, y a ambos lados, se encuentran los *arcos ciliares* que corresponden a las cejas, cuyo desarrollo está directamente relacionado con los senos frontales; bajo éstos y formando la cara inferior del frontal se encuentran los *arcos orbitarios*, que terminan en su parte externa en una apófisis gruesa que se une con el ángulo superior del hueso malar formando la *sutura fronto-zigomática*. En la parte más externa e inferior del hueso frontal se encuentran dos crestas muy marcadas denominadas *crestas laterales del borde frontal*. Los puntos principales de desarrollo del hueso frontal son: los dos puntos de osificación primitivos (hacia los laterales), los puntos complementarios hacia la espina nasal, otros dos para las apófisis orbitarias externas y para la cara interna de la órbita hacia el ala mayor del esfenoides y la sutura metópica, que desaparece en el adulto.



Fig. 7. Vista anterior del frontal.

INTRODUCCIÓN

- b) El etmoides, es un hueso simétrico situado delante del esfenoides, en la escotadura etmoidal del hueso frontal. Forma parte de la base del cráneo, de las órbitas y de las fosas nasales, por lo que articula con el frontal por arriba, con el esfenoides y los palatinos por detrás, con los maxilares superiores y los unguis por fuera y con el vómer y los dos cornetes inferiores por abajo. Sus centros de osificación laterales se unen formando celdillas etmoidales y cornetes, mientras que en la zona superior aparecen los puntos complementarios del vértice de la apófisis de la *crista galli*, y el extremo de la hendidura etmoidal. El etmoides suele completar su osificación entre los 5 y 6 años de edad, quedando la lámina perpendicular articulada, y finalmente está completamente soldada en torno a los cuarenta o cuarenta y cinco años.



Fig. 8. Vista superior del etmoides.

INTRODUCCIÓN

- c) El esfenoides, hueso impar situado en la zona media anterior de la base de la cavidad ósea, entre el etmoides y el frontal en su parte delantera, y el occipital por detrás. Debido a su pronta fusión, estos huesos se han llegado a describir como hueso basilar o esfenobasilar, y está formado por un cuerpo, dos alas mayores y dos alas menores.

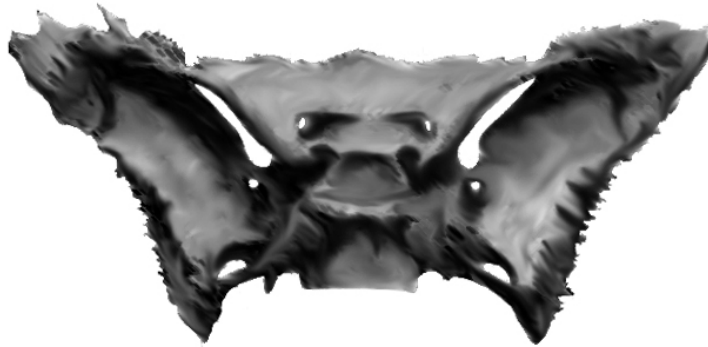


Fig. 9. Vista superior del esfenoides.

- d) El occipital, es un hueso central simétrico situado en la parte posterior-inferior del cráneo, que articula con la primera vértebra cervical. Presenta el agujero occipital, que comunica la cavidad craneal con el conducto vertebral y pasan, entre otros, los nervios espinales. Está en conexión con los huesos parietales, los temporales, el esfenoides y el atlas.

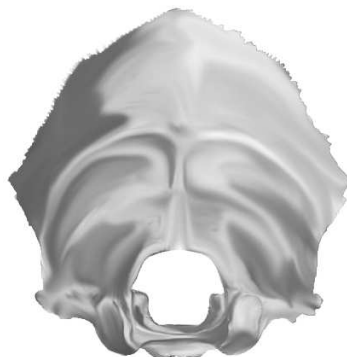


Fig. 10. Vista posterior – inferior del occipital.

INTRODUCCIÓN

e) Parietales, este par de huesos, conforman la mayoría de las paredes del cráneo, y están situados encima de los temporales y del esfenoides, detrás del frontal, y delante del occipital. Su morfología es convexa; en la zona central del hueso está la eminencia parietal, mucho más marcada en la edad infantil, que en la adulta.



Fig. 11. Cara externa del parietal.

f) Los huesos temporales ocupan los lados de la caja craneal; los órganos principales de la audición componen su gran espesor. Es un hueso que varía mucho en función de la edad del individuo, ya que en el feto está compuesto por tres piezas diferenciadas, como son las porciones escamosas, petrosa y timpánica. Posteriormente estos tres huesos se sueldan entre sí. El desarrollo continúa extendiéndose por abajo y por detrás formando la porción mastoidea del temporal. Está conectado con el parietal, el occipital, el esfenoides, el maxilar y el malar, con el que conecta por la apófisis cigomática, formando el arco cigomático.

INTRODUCCIÓN

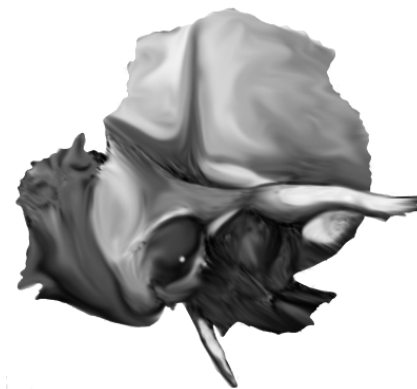


Fig. 12. Vista externa del temporal.

2. La cara está situada en la parte inferior y anterior del cráneo y se divide en dos conjuntos: zona maxilar y zona mandibular. Al igual que el cráneo, el desarrollo facial debe dividirse en tres etapas cronológicas. En la **infancia**, debido al desarrollo del frontal y las órbitas, la zona superior es mucho mayor que el resto de la cara, reduciendo a su vez la zona nasal e inferior, lo que da un aspecto de aplanamiento. Posteriormente, en el **adulto**, se desarrolla el sentido del olfato, y por consecuencia la función respiratoria, y se prolonga la nariz. El crecimiento dental obliga a la separación del maxilar de la mandíbula, lo que aumenta la dimensión vertical de la cara. La configuración de una cara adulta se completa con el desarrollo de los senos maxilares y de los senos frontales; estos últimos aparecen a los quince años aproximadamente. En la **edad senil**, la caída de los dientes hace que disminuya la proporción de la altura de la boca, y el conjunto facial tiende a la configuración infantil, con la diferencia de que el mentón se adelanta, lo que reduce las dimensiones verticales de la cara y vuelve a predominar la horizontalidad.

INTRODUCCIÓN

- a) El maxilar es un hueso par y el principal de la parte superior de la cara. Sobre él se constituyen las principales regiones anatómicas faciales, como las cavidades orbitarias, las fosas nasales y cigomáticas; además presenta los puntos de implantación de los dientes superiores. Sobre este hueso articulan la mayoría de los músculos de la cara, y se encuentra en conexión con casi todos los huesos faciales, como son su maxilar opuesto, el malar, el unguis, el hueso propio de la nariz, el vómer, la concha inferior y el palatino, además del frontal y el etmoides del cráneo.



Fig. 13. Vista lateral del maxilar.

- b) El hueso malar o cigomático forma el límite extremo lateral de la cara junto con el cráneo en su unión con el hueso temporal, formando la fosa temporal. Se trata de un hueso par que configura el ancho total de la cara. En la parte superior articula con el frontal, mientras que en su zona posterior lo hace con el ala mayor del esfenoides, lo que forma la pared orbitaria, y con el temporal, mientras que por abajo articula con el maxilar.

INTRODUCCIÓN

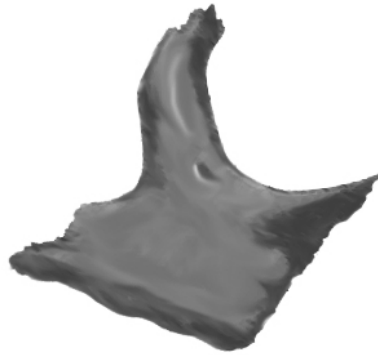


Fig. 14. Vista externa del malar.

- c) Los huesos propios de la nariz se sitúan entre el frontal y el maxilar superior, además de articular con el etmoides. Son huesos pares en la línea media de la cara.



Fig. 15. Vista externa de los huesos propios de la nariz.

INTRODUCCIÓN

- d) El hueso lagrimal, también llamado unguis, es par y forma parte de cavidad interna de la órbita. Está en conexión con el hueso frontal, el etmoides, el maxilar y con la concha inferior.



Fig. 16. Vista externa del unguis.

- e) Los huesos palatinos, son la continuación posterior de los maxilares y forman parte de la bóveda palatina, del suelo de las fosas nasales, y parte de las órbitas. Al tratarse de un hueso par, está unido con el palatino opuesto, además de articular con el maxilar, el esfenoides, el etmoides, la concha inferior y el vómer.

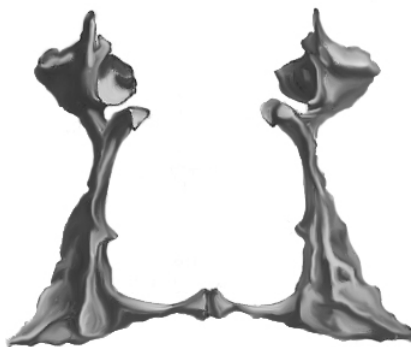


Fig. 17. Vista posterior de los palatinos.

INTRODUCCIÓN

- f) La concha inferior está situada en la parte inferior de las fosas nasales y está en conexión con el maxilar y con el palatino, además de estar unida con el unguis y el etmoides.



Fig. 18. Vista externa de la concha inferior.

- g) El vómer es un hueso impar que forma el interior del tabique nasal; articula por atrás con el esfenoides y con los palatinos, por delante con el etmoides (lámina perpendicular) y con los dos maxilares.



Fig. 19. Vista lateral del vómer.

INTRODUCCIÓN

- h) La mandíbula conforma la parte inferior y posterior de la cara. Las descripciones anatómicas la dividen en dos partes: el cuerpo y las ramas. En la línea media del cuerpo presenta un inicio de soldadura de las dos mitades del hueso (sínfisis mentoniana) que termina en una eminencia con forma piramidal (se sueldan entre el primer y segundo año). En la zona superior, o borde alveolar, se encuentran las cavidades en las que se alojan las raíces dentales. Por otro lado, las ramas tienen dirección de abajo hacia arriba, y de delante hacia atrás, y terminan en dos apófisis voluminosas denominadas apófisis coronoides, en la parte anterior y, separado por la escotadura sigmoidea, se encuentra la apófisis articular o el cóndilo maxilar. Éste último articula el maxilar con la cavidad glenoidea y el cóndilo del temporal.

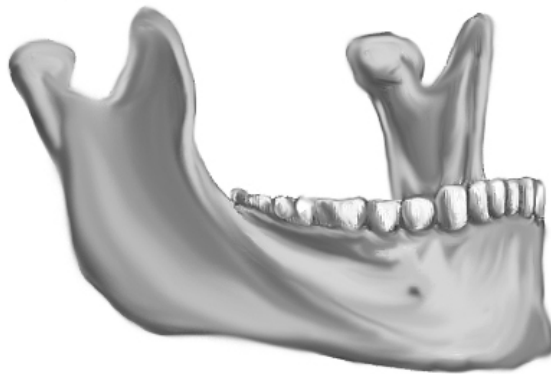


Fig. 20. Vista de semiperfil de la cara externa de la mandíbula.

I.2: ESTUDIO ANTROPOLÓGICO DE LA CABEZA

Una vez analizada la anatomía ósea de la cabeza, es necesario realizar el estudio comparativo de este elemento. Tras las iniciativas de autores como Daubenton (1764), Camper (1780) o Prichard (1843) de estudios de puntos craneométricos y planos de posicionalidad para medición, fue Broca (1875) quien sentó las bases de una nueva ciencia denominada Craneometría, incluyendo una nueva metodología y nuevas terminologías aplicadas a estudiar la cabeza humana de una manera muy exhaustiva, más allá de la descripción anatómica.

Por otra parte, la morfología facial se centra en el estudio de las formas del arco transversal del cráneo y el contorno de la mandíbula (Fedosyutkin y Nainys, 1993). De forma que se pueden describir los contornos de la cara como: en forma de semiesfera, de pentágono, ovalada y rectangular; en norma superior. Mientras que la parte inferior depende del ángulo mandibular en función de: si es menor a 125° , el proceso coronoides es alto y la parte inferior de la cara es estrecha, en forma oval o triangular; por el contrario, si el ángulo es mayor de 125° entonces el proceso coronoides es bajo y la morfología es más ancha, lo que da una forma redondeada o rectangular.

I.2.A: MADURACIÓN ÓSEA

Se considera que el hueso, en este caso el cráneo, es un soporte rígido subyacente a las partes blandas; sin embargo, ambos tejidos se modifican de igual manera unos sobre otros, lo que conforma la unidad del cráneo y lo hace único. Esto indica que a cada cráneo le corresponde una cara única, ya que la forma del cráneo es modificada o moldeada por los tejidos blandos que la rodean (músculos, tendones, nervios, cartílagos), que ejercita el sujeto en vida, lo que hace que la relación y modificación entre tejidos sea mutua.

Para estudiar en profundidad el crecimiento de la cara humana hay que tener en cuenta todos los elementos que la conforman: los huesos, los dientes, los grupos musculares, el tejido adiposo y la piel que los cubre. Desde un principio, hay que considerar que el esqueleto humano tiene una estructura simétrica bilateral (Krogman, 1972) con tres planos principales de crecimiento: antero-posterior, supero-inferior y medio-lateral.

No hay que olvidar que una particularidad de la cara es que durante el crecimiento se produce un cambio en las proporciones de altura, anchura y profundidad. Por otro lado, otra peculiaridad, es que el crecimiento de la altura total depende en gran medida de la aparición y desarrollo de los dientes. Es decir, la cara no sólo crece verticalmente por aumentar la dimensión de sus huesos, sino porque aumenta la distancia entre los huesos del maxilar y la mandíbula.

En las dimensiones faciales, a partir del nacimiento, la anchura prevalece por encima de las otras dos (Schultz, 1926 y Scammon y Calkins,

INTRODUCCIÓN

1929); con el paso del tiempo el conjunto craneal y facial tiende a igualar estas proporciones, por lo que el crecimiento no es proporcional en cuanto a anchura, altura y profundidad, lo que hace que la anchura facial crezca en menor proporción.

En 1921 Keith y Campion realizaron estudios de superposición de trazos craneostáticos en un niño de 5 años y un adulto, con lo que demostraron el crecimiento de la parte inferior de la cara y de la parte superior en su conjunto. Los trazos de superposiciones demuestran que la sínfisis mandibular y la rama de la mandíbula crecen hacia arriba y hacia atrás. Se considera muy relacionado el crecimiento facial con el desarrollo dentario, ya que se puede determinar que el desarrollo facial acaba al finalizar la erupción del tercer molar permanente, y decrece con la pérdida dental (Keith y Campion, 1921; Krogman, 1972; Hellman, 1932).

En función de lo determinado anteriormente, se deben tener en cuenta tres técnicas diferentes para el estudio del desarrollo y maduración ósea:

La craneometría, que consiste en la caracterización de los individuos y de las poblaciones con las mediciones del cráneo, con la finalidad de determinar las diferencias estadísticas existentes entre diferentes grupos étnicos y entre sexos.

La cefalometría, que consiste en las diferentes mediciones, tanto de la cabeza como de la cara, del sujeto en vida. El avance que permite este estudio es que nos informa del crecimiento a lo largo del tiempo.

La cefalometría radiológica, que ha permitido mejorar los estudios anteriores, ya que no se limita a la cara del sujeto vivo, sino que al realizar estudios de placas radiológicas, permite hacer mediciones y comparaciones entre los elementos craneales y faciales óseos y los tejidos blandos.

INTRODUCCIÓN

Se han realizado numerosas investigaciones del desarrollo óseo y de las diferentes etapas de crecimiento del hombre, desde la infancia hasta la senilidad. Farkas *et al.*, (1992) determinaron que el crecimiento craneal y facial se desarrolla de igual manera en niños y en niñas hasta los 14 y 13 años respectivamente; posteriormente el crecimiento varía hasta los 18 - 20 años. Las diversas medidas realizadas discriminan la diferencia de crecimiento y desarrollo craneofacial en hombres y mujeres.

- a. circunferencia de la cabeza
- b. anchura de la cabeza
- c. anchura y altura de la frente
- d. altura de la cara
- e. altura de la cara superior
- f. altura de la mandíbula
- g. anchura de la cara
- h. anchura de la mandíbula
- i. profundidad del maxilar
- j. distancia entre exocantios
- k. distancia entre endocantios
- l. altura de la nariz
- m. anchura de la nariz
- n. anchura de los labios

El estudio óseo facial de este trabajo, se centra, como veremos más adelante, en el desarrollo de las relaciones cráneo-faciales, y su correspondiente maduración ósea. Krogman (1972) definió el crecimiento facial en los siguientes periodos:

INTRODUCCIÓN

1.- La infancia: desde el nacimiento hasta el primer año de edad, con una velocidad de crecimiento muy alta.

2.- Niñez temprana: de uno a seis años, con una gradual disminución de la velocidad de crecimiento.

3.- Niñez media: de los seis a los diez años, con un crecimiento uniforme a una velocidad lenta.

4.- Niñez tardía: de diez a quince años en niñas y de diez a dieciséis años en niños, con la velocidad de crecimiento alta porque es el periodo de la semi-pubertad, llamado también “estirón adolescente”.

5.- Después de la pubertad: hasta los 20 años de edad con una disminución gradual de la velocidad de crecimiento hasta que se produce el desarrollo completo.

Milo Hellman (1932) aportó otro parámetro a seguir, basado en la aparición y crecimiento de las dientes. Uno de los mayores puntos de referencia en el individuo infantil es el crecimiento de la boca, ya que es un elemento en constante desarrollo en función de las necesidades alimentarias primarias. Hellman determinó que el crecimiento está unido a los periodos de desarrollo dental en las siguientes fases (parte de que el individuo nace edéntulo):

IA: comienza el desarrollo de los dientes.

IIA: erupción completa de los segundos molares deciduos. (5 años aprox.)

IIIA: comienza la aparición del primer molar permanente. (9 años aprox.)

IVA: aparición del segundo molar permanente. (14-15 años aprox.)

VA: aparición del tercer molar; la dentición adulta se ha completado. (20 (masc.) – 22 (fem.) años aprox.)

INTRODUCCIÓN

También hay estudios en los que se comparan las medidas de la anchura, altura y profundidad del cráneo. Se demuestra que conforme se alcanza la edad adulta, las diferencias sexuales son más notables. La morfología y los cambios en los tejidos blandos en los adultos varía con la edad, de forma que se puede concluir con los estudios de His (1895), Czekanowski (1907), Suzuki (1948) y Helmer (1984) que los tejidos aumentan en las áreas faciales excepto en la nariz y algunos puntos mandibulares en individuos con edades superiores a 50 años; hay tejidos, sobre todo por debajo de la barbilla, que aumentan con la edad. Por otro lado, Manhein *et al.*, (2000), demostraron que el tejido aumenta con la edad en la zona de *glabella*, las fosas nasales, y disminuye en los *gonios*, supracaninos y los puntos supraglenoideos.

En trabajos como los de Rhine y Campbell (1980), Dumont (1986), Manhein *et al.*, (2000), Simpson y Henneberg (2002) o Wilkinson (2002), se han realizado estudios sobre la modificación en la relación entre los tejidos blando y óseos a partir del sexo y edad de cada individuo, en los que se determina que el grosor tisular varía entre sexos en la adolescencia, momento en el que se producen la mayoría de los procesos de diferenciación de caracteres sexuales. Posteriormente, cuando se alcanza cierta edad adulta, los cambios en los tejidos se mantienen estables, lo que hace que continúe la diferencia entre sexos, igualándose finalmente en la vejez. Previamente es necesario describir los procesos de crecimiento para conocer las etapas de edad.

INTRODUCCIÓN

En lo que respecta al crecimiento craneofacial podemos decir que:

- 1) Durante el crecimiento de la cara las proporciones varían; aumentan verticalmente y en profundidad más que la anchura.
- 2) Muchos de estos cambios son más claros en el hombre que en la mujer.
- 3) Las modificaciones en los tejidos blandos son muy variables en edades superiores a los 50 años.
- 4) Los tejidos blandos de la boca y las mejillas tienden a disminuir.
- 5) Los tejidos de la barbilla y la frente aumentan con la edad.

Hay que tener en cuenta que con el paso del tiempo, en la edad adulta, hay rasgos faciales que se acentúan de forma más marcada. Son las zonas de mayor laxitud a las que más afecta la “gravedad” y el estrés que puede sufrir una persona.

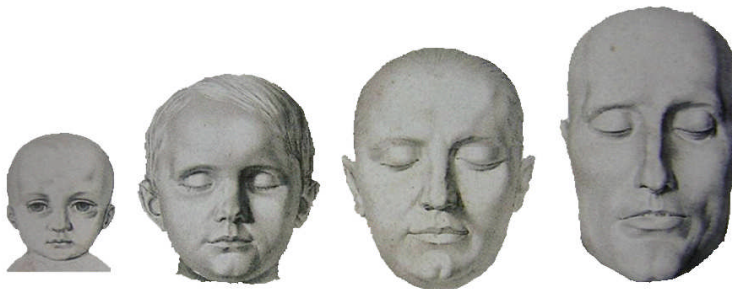


Fig. 21. Crecimiento facial.

I.2.B: PUNTOS CRANEOMÉTRICOS

A continuación se detallan los puntos craneométricos utilizados en estudios antropológicos, aunque posteriormente indicaremos los que se utilizan normalmente en la identificación facial. Aún así vemos necesario recogerlos en conjunto, ya que muchos de ellos son utilizados para obtener índices y planos cefalométricos. Para situar correctamente cada punto, el cráneo debe estar en el plano de Frankfurt (pág. 37) (Martin, 1966; George 1997, 2007; Iscan 1993).

1. *Alare (al)*: punto situado en la parte más exterior de la apertura piriforme.
2. *Asterion (ast)*: punto en el que se encuentran el occipital, el parietal y la porción mastoidea del temporal.
3. *Auriculare (au)*: situado en la raíz del arco cigomático del temporal, en la intersección con una línea perpendicular trazada desde el plano medio del meato auditivo.
4. *Basion (ba)*: es el punto medio del borde anterior del *foramen magnum*.
5. *Bregma (b)*: punto de convergencia entre las tres suturas: coronal, sagital y metópica.
6. *Coronale (co)*: punto situado en la unión de la sutura coronal con la cresta temporal superior.
7. *Dacryon (d)*: punto situado en la unión de las suturas del frontal, del lagrimal y del maxilar.

INTRODUCCIÓN

8. *Ectoconchion o exocanthion (ec)*: punto más lateral en el margen exterior de la órbita.
9. *Ektomolare (ekm)*: punto más lateral de la superficie de la cresta alveolar, que generalmente se ubica en el borde del segundo molar maxilar.
10. *Endomolare (enm)*: punto más saliente de la superficie lingual del segundo molar superior.
11. *Espina nasal anterior (ena)*: punto más anterior de la espina nasal.
12. *Espina nasal posterior (enp)*: punto más posterior de la espina nasal anterior.
13. *Euryon (eu)*: punto lateral más saliente de la bóveda del cráneo; suele situarse a nivel del parietal.
14. *Frontomolare orbitale (fmo)*: punto de intersección de la sutura cigomática frontal y el borde lateral de la órbita.
15. *Frontomolare temporale (fmt)*: punto más lateral de la sutura cigomática frontal.
16. *Frontotemporale (ft)*: punto situado donde el proceso cigomático del frontal se encuentra con la línea temporal superior.
17. *Glabella (g)*: punto medio más saliente del frontal, por encima de la sutura nasofrontal, entre las dos arcadas orbitarias.
18. *Gnathion (gn)*: punto medio más bajo del borde inferior de la mandíbula.
19. *Gonion (go)*: Punto virtual situado en la intersección de la tangente posterior de la rama ascendente y de la tangente inferior del cuerpo de la mandíbula.
20. *Hormion (ho)*: punto de intersección del vómer y el esfenoides.

INTRODUCCIÓN

21. *Incisor Superius (is)*: punto más anterior de la corona del incisivo central superior.
22. *Infradentale (id)*: punto que coincide con la línea media entre los ápices de los alveolos de los incisivos centrales inferiores.
23. *Inion (i)*: base de la protuberancia occipital externa.
24. *Lambda (l)*: punto de convergencia de la sutura sagital con la sutura lambdoidea.
25. *Malare*: punto culminante de la cara externa del hueso malar.
26. *Mastoidale (ms)*: punto situado en el vértice del proceso mastoideo.
27. *Menton (me)*: punto más bajo de la mandíbula.
28. *Metopion (m)*: punto situado en la intersección del plano sagital con una línea horizontal que une los puntos más salientes de las eminencias frontales; queda equidistante de bregma y *glabella*.
29. *Nasion (n)*: punto medio situado en la raíz de la nariz, situado sobre la sutura frontonasal.
30. *Nasospinale (ns)*: punto virtual medio, situado sobre la tangente a los dos bordes inferiores del orificio nasal.
31. *Obelion (ob)*: situado a la altura de los dos agujeros parietales.
32. *Opisthion (o)*: punto situado en el borde posterior del *foramen magnum*.
33. *Opisthocraneo (op)*: punto situado en la parte posterior del cráneo más alejado de *glabella*.
34. *Orbitale (or)*: punto más bajo en el margen inferior de la órbita.
35. *Pogonion (pg)*: punto más saliente antes de la eminencia mentoniana.

INTRODUCCIÓN

- 36. *Porion (po)*: punto medio del borde superior del meato auditivo externo.
- 37. *Prosthion (pr)*: punto medio más bajo situado en la línea del proceso alveolar superior, entre los dos incisivos centrales superiores.
- 38. *Pterion (pt)*: punto virtual situado en el centro de la región de la fosa temporal en que se encuentran los huesos frontal, temporal, parietal y esfenoides.
- 39. *Puntos gleniodeos*: situado en el centro de la cavidad glenoidea del temporal.
- 40. *Rhinion (rhi)*: punto situado en la línea media en la zona inferior de la sutura internasal. (Otros autores, como George, lo denomina *nasale*)
- 41. *Stephanion (st)*: punto en que la sutura frontoparietal cruza la cresta temporal.
- 42. *Supraciliar (sc)*: punto lateral situado en la parte más prominente del hueso frontal.
- 43. *Supraglabellare (sg)*: punto ubicado en la línea mediana a 2 cm. sobre la *glabella*.
- 44. *Supramentale (sm)*: punto más profundo de la línea media de la depresión entre *infradentale* y *pogonion*.
- 45. *Supraorbitale (so)*: punto más alto de la órbita ósea.
- 46. *Trichion*: punto ubicado en la línea mediana en la zona del nacimiento del pelo (al ser variable se elige una medida a 6 cm. de *glabella*).
- 47. *Vertex (v)*: punto más alto situado en la bóveda del cráneo con relación al plano auriculo-orbitario de Frankfurt.

INTRODUCCIÓN

48. *Yugal (iu)*: localizado en la intersección de los planos vertical y horizontal de arco zigomático.
49. *Yugular*: situado en la cara inferior del cráneo, sobre la sutura mastoide-occipital, en el borde posterior del vértice de la apófisis transversa del occipital.
50. *Zygion (zy)*: punto más lateral de la arcada cigomática, determinado por la anchura máxima de la cara.

I.2.C: PLANOS, LÍNEAS E ÍNDICES CRANEALES

- a. Plano horizontal de Frankfurt (plano aurículo-orbitario): formado por una línea virtual que une los *porios* y el *suborbitale*. Sirve de referencia estable para la posición normal de la cabeza. Plano propuesto por Virchow y aceptado en el Congreso de Frankfurt en 1882, del que tomó su nombre (Oliver y Demoulin, 1976). Normalmente es el plano que se adopta para la localización de los puntos craneométricos que se utilizan en la identificación y reconstrucción facial. Para Broca (1875), en estudios previos, el verdadero plano horizontal se basaba en la horizontalidad de los ejes de las órbitas, que determinó como la “horizontalidad de la mirada”, pero éste depende de la posición de la cabeza en el vivo, y es muy subjetiva (De Aranzadi, 1913).
- b. Plano basocraneal: formado por la unión de los puntos *basion* y *nasion*. Se considera como el límite entre la cara y el cráneo.
- c. Plano facial: formado por la unión de los puntos *nasion* y *pogonion*.
- d. Plano del maxilar: formado por la unión de los puntos de la espina nasal (anterior y posterior).
- e. Plano de la mandíbula: formado por la unión de los puntos mentoniano y *antegonion*.
- f. Plano medio sagital: formado por el punto medio de la apófisis *crista galli* y la espina nasal anterior. Determina la simetría o asimetría esquelética.

INTRODUCCIÓN

- g. Línea vertical pterigoidea: línea perpendicular al plano de Frankfurt que pasa por el centro de la fisura pterigomaxilar.
- h. Línea del incisivo central superior: formada por el eje mayor del incisivo central superior.
- i. Línea del incisivo central inferior: formada por el eje mayor del incisivo central inferior.
- j. Línea de McNamara: es una línea perpendicular al plano de Frankfurt que pasa por *nasion*.
- k. Ángulo facial o de prognatismo: es el ángulo formado por la intersección del plano de Frankfurt y la línea formada por la tangente del punto que pasa por la zona más prominente del hueso frontal y el punto de la convexidad del incisivo central superior. Fue descrito por primera vez por el médico holandés Peter Camper en 1780. Sirve para definir el perfil característico de un individuo, es decir, la proyección hacia delante del maxilar. El prognatismo total mide el ángulo formado por la línea *nasion-prostion* y el plano de Frankfurt.

Se han realizado diversas clasificaciones en función de la anchura, altura y longitud del cráneo. Con este fin se pueden trazar diversos diámetros, curvas y planos que dan mayor y mejor información sobre su forma. Partimos de los puntos craneométricos citados anteriormente para poder realizar estas mediciones.

- a. Longitud máxima del cráneo: desde *glabella* hasta *opisthocraneo* (diámetro anteroposterior de la cabeza).
- b. Longitud anteroposterior: es la distancia que hay entre *glabella* e *inion*.
- c. Anchura máxima de la cabeza: es la distancia que existe entre los dos *euryon* (diámetro biparietal).

INTRODUCCIÓN

- d. Anchura de la cara media: es la distancia que existe entre los dos puntos *cigomaxilares*.
- e. Anchura de la cara inferior o de la mandíbula: es la distancia entre los dos gonios.
- f. Altura facial total: esta medida nos indica la altura de la cara con la mandíbula. Se realiza desde *nasion* a *gnathion*.
- g. Altura de la cara superior: es la distancia que existe entre *nasion* y *prosthion*.
- h. Altura de la cara inferior: es la distancia que existe entre *prosthion* y *gnathion*.
- i. Perímetro cefálico: es la circunferencia máxima de la cabeza empezando y terminando en *glabella* y pasa por *opisthokranion*.
- j. Curva frontal: distancia que existe entre *nasion* y *bregma*.
- k. Curva parietal: distancia que existe entre *bregma* y *lambda*.
- l. Curva occipital: distancia que existe entre *lambda* y *opisthion*.
- m. Curva transversal: distancia que existe entre los dos puntos de la cresta saliente de la raíz cigomática posterior, por encima del agujero auditivo.
- n. Curva horizontal: distancia máxima del cráneo en el plano horizontal que existe al pasar por encima de los arcos ciliares y por encima del occipital

* Alturas y anchuras: se miden con un compás de corredera.

** Perímetros y curvas: se mide con cinta métrica.

I.3: ESTUDIO ANATÓMICO FACIAL

I.3.A: PUNTOS SOMATOMÉTRICOS

Los puntos somatométricos, en su mayoría, están relacionados con puntos óseos fijos, recubiertos por una capa de tejidos muscular y adiposo. Al localizarlos debe intentarse que el punto óseo quede al mismo nivel, o al lugar correspondiente de la epidermis. Por tal razón, es evidente que los puntos de referencia en el vivo son más difíciles de determinar, menos precisos, que sus homónimos en el esqueleto.

1. *Alare (al')* (*punto par*): punto más lateral del contorno de las alas de la nariz.
2. *Auriculotemporale (at)*: punto de unión en la parte superior de la oreja con el lado de la cabeza; es un punto muy variable, normalmente oculto por el pelo.
3. *Bregma (b')*: punto del tejido blando directamente sobre bregma.
4. *Cheilion (ch)*: punto externo de las comisuras de los labios.
5. *Ectocanthion (ec)*: punto externo de la comisura de los ojos.
6. *Endocanthion (en)*: punto interno de la comisura de los ojos cercano al lacrimal.

INTRODUCCIÓN

7. *Euryon (eu)*: punto lateral más prominente a cada lado del cráneo, en el área de los huesos parietales.
8. *Glabella (g')*: Punto más prominente del entrecejo, coincidente entre el borde superior de las cejas.
9. *Gnation (gn')*: punto más bajo de la barbilla (mandíbula).
10. *Gonio (go)*: vértice más lateral del ángulo mandibular entre sus ramas horizontal y ascendente.
11. *Inion (i')*: punto del tejido blando directamente sobre inion.
12. *Labiale Inferior (li)*: punto medio más inferior, límite de la mucosa labial.
13. *Labiale Superior (ls)*: punto medio superior, límite de la mucosa labial.
14. *Lambda (l')*: punto del tejido blando directamente sobre lambda.
15. *Menton (me')*: punto más bajo, en el tejido blando, del mentón en la línea del plano sagital medio.
16. *Nasale (na')*: punto medio del puente nasal.
17. *Nasion (n')*: punto situado en la raíz de la nariz, a la altura de la sutura nasofrontal.
18. *Orbitale (or)*: punto más inferior del borde inferior de cada órbita.
19. *Pogonion (pg')*: punto central anterior de la barbilla.
20. *Porio (po)*: punto más alto del margen superior del meato auditivo externo.
21. *Postaurale (pa)*: punto posterior de la oreja situado en el hélix.
22. *Preaurale (pra)*: punto más anterior de la oreja en la base del *tragus*.
23. *Pronasale (prn)*: punto anterior de la punta de la nariz.

INTRODUCCIÓN

- 24. *Prostio (pr)*: punto más bajo de la encía, entre los incisivos medios superiores.
- 25. *Stomion (sto)*: punto medio de la línea oclusal entre los labios cerrados.
- 26. *Subalare (sbal)*: punto inferior de la base de cada ala nasal, donde se fusiona con la piel de la región supralabial.
- 27. *Subaural (sba)*: punto inferior de la oreja.
- 28. *Subnasale (sn')*: punto más profundo situado en el ángulo entre la unión del tabique nasal y el tegumento labial superior.
- 29. *Superaural (sa)*: punto más alto de la oreja.
- 30. *Superciliar (sci)*: punto central más alto del borde superior de cada ceja.
- 31. *Supraglabella (sg)*: punto que se sitúa aproximadamente a unos dos centímetros y medio sobre *glabella*.
- 32. *Tragion (t)*: punto anterior del *tragus*.
- 33. *Trichion (tr)*: punto que coincide con la línea de inicio del cabello en el plano medio sagital (si existe). No tiene punto craneométrico correspondiente.
- 34. *Vertex (v')*: es el punto más alto sobre el pericráneo.
- 35. *Zygion (zy)*: punto más saliente de los arcos cigomáticos, hacia los lados.

I.3.B: ÁREAS FACIALES

El rostro humano se puede dividir, en norma frontal, en ocho áreas (George, 2007) (fig. 22):

- a.- área frontal: incluye el hueso frontal
- b.- área nasal: incluye la nariz
- c.- área labial: incluye ambos labios
- d.- área mental: en la zona inferior del mentón
- e.- área orbital: zona de las órbitas
- f.- área cigomaxilar: zona de los pómulos
- g.- área bucomandibular: lateral de la boca hasta los gonios
- h.- área auricular: incluye las orejas

Los planos definidos en el apartado anterior se marcan en el cráneo. Por otro lado, para realizar el estudio en el vivo, se suelen usar los siguientes:

- a. Plano medio sagital (MSP): divide la cara por su mitad vertical y muestra la “simetría” facial. Conecta los puntos de la vertical, desde *vertex (v')* a *gnathion (gn')*.
- b. Plano medio facial (MFP): divide la cara en dos mitades, superior e inferior, mediante una línea que pasa por los *endocanthios (en)*, o por la parte inferior de los dos iris.

INTRODUCCIÓN

- c. Plano transversal nasal (TNP): divide la cara, de forma horizontal, por el tercio medio inferior. Es paralelo al plano medio, pero pasa por el punto *subnasale* (*sn*).
- d. Plano transglabellar (TGP): divide la cara horizontalmente y marca el tercio superior. Plano paralelo al plano medio, pero pasa por *glabella* (*g'*).

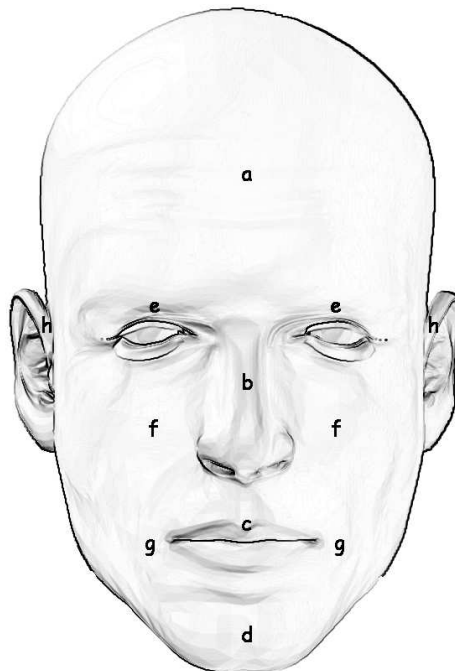


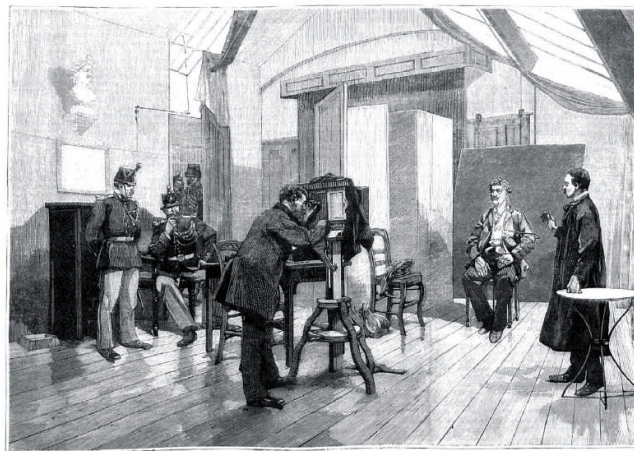
Fig. 22. Áreas de división facial. (George, 2007).

I.4. TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN

Uno de los principales problemas a la hora de aplicar un sistema de identificación, es la falta de estudios que determinen cómo y cuándo aplicar cada metodología, para hacerlo de forma unánime y sistemática. Este obstáculo se acentúa en sistemas de evaluación subjetiva, como también en el empleo de nuevas tecnologías de medición aplicadas a métodos diseñados para otros procedimientos (Kolltveit *et al.*, 1998; Bosmans *et al.*, 2005).

En la última mitad del siglo XIX se avanzó de manera considerable en lo que respecta a las ciencias penales y los sistemas de identificación. La creación de un departamento de identificación que se desarrolló en Europa, concretamente en Francia, ayudó a avanzar en la puesta a punto de técnicas de identificación basadas en nuevas tecnologías y nuevos medios. Partiendo de los trabajos de Welker (1883) y His (1895), Bertillon introdujo sistemas de clasificación de características morfológicas propias de la Antropología en identificación de individuos. Propuso que en las fichas de registro policial se incluyeran once medidas antropométricas tomadas de la cabeza, del pie, del brazo, dedo índice, etc. del individuo, además de rasgos morfológicos como el color y forma del pelo, forma de la cara, complexión, y dos fotografías, una de frente y otra de perfil. No fue hasta después de la muerte de Bertillon, en 1914, cuando en Francia se sustituyó el sistema de identificación por el de las huellas dactilares, sistema que ya estaba aceptado en Inglaterra.

INTRODUCCIÓN



PARÍS.—EL SERVICIO FOTOGRAFICO EN LA PREFECTURA DE POLICIA: REYATANDO A UN CRIMINAL

Fig. 23. Grabado del servicio de fotografía criminalística en la Prefectura de Policía de París (*La Ilustración española y americana*, 1889)

La reseña dactiloscópica, introducida en España por el Dr. Federico Olóriz, es una de las metodologías más utilizadas en la identificación de individuos, ya que es una técnica rápida y cómoda y existe una gran base de datos donde están tomadas, al menos en España, todas las huellas dactilares de los adultos que han cometido algún acto de delincuencia, como dato de identificación.

En la actualidad, en Antropología Forense, al igual que en otras disciplinas, surgen nuevas posibilidades gracias al desarrollo de las nuevas tecnologías que aportan objetividad y agilidad en la metodología del trabajo diario.

En las últimas décadas se ha avanzado considerablemente en la identificación craneofacial basada en el análisis morfológico de la estructura facial y su relación con el cráneo y de la que surgen dos técnicas: la superposición craneofacial y la reconstrucción facial. Mientras que la primera consiste en superponer una fotografía, sobre una imagen del cráneo, de la persona a identificar, la reconstrucción se utiliza sólo en casos en los que no se cuenta con elementos con los que comparar.

1.4.A: IDENTIFICACIÓN CRANEOFACIAL

La identificación craneofacial está tomando una gran importancia en la Antropología Forense. La comparación morfológica de rasgos faciales, análisis antropométricos, superposición de imágenes foto-foto (Iskan, 1993), comparaciones con fotogramas de vídeo (Seta y Yoshino, 1993) y otras metodologías ayudadas con soportes informáticos, hacen que este tipo de identificación haya evolucionado exponencialmente en las últimas décadas.

Los últimos avances en el tratamiento de imágenes 3D han comenzado a influir en algunas áreas de investigación tradicionales de las ciencias forenses. Consideramos que el uso de modelos tridimensionales del cráneo puede aportar numerosas ventajas, como mayor rapidez y comodidad a la hora de realizar una identificación por superposición de imágenes.

Sin embargo, esta disciplina no sólo participa en el estudio de cadáveres, sino que cada vez se solicitan más estudios periciales antropológicos para la determinación de edad en sujetos vivos. Se realizan cada vez más análisis de edad o de identificación a individuos asociados a delitos.

Las técnicas de superposición, por otro lado, son utilizadas generalmente como medio de exclusión de identidad (Fenton *et al.*, 2008). En los casos en que la superposición es consistente, los restos deben ser necesariamente validados mediante otros métodos de comparación (Helmer *et al.*, 1993; Aulsebrook *et al.*, 1995; Krogman e Iskan, 1986; Yoshino y Seta, 2000; Ubelaker, 2000; Stephan, 2003).

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas que se plantea cuando se hace una identificación de un individuo a partir del cráneo, es que el conjunto de estructuras que tienen escasa relación con el hueso, como son la nariz, los ojos o las orejas, no son fácilmente replicables, ya que no hay referencias objetivas que determinen su morfología. Por este motivo, estas técnicas de identificación se basan en las zonas más próximas al hueso, ya que su forma es menos modificable de forma independiente al hueso. En todos los estudios citados anteriormente se han obtenido las estadísticas a partir de las mediciones en sujetos vivos, bien con medidas sobre el individuo, bien sobre radiografías.

Uno de los problemas asociados a la identificación por comparación facial es la diferencia de los rasgos morfológicos:

- 1.- Aquellos que son modificados por el efecto de la edad.
- 2.- Aquellos que permanecen relativamente estables a lo largo de la edad adulta.

Además de variar con el paso del tiempo, los rasgos morfológicos están bajo la influencia del estado de salud del sujeto (debido a la alimentación, la actividad física, exposición al sol, posibles enfermedades o traumatismos). Todo este conjunto de posibilidades hace que el aspecto de cada individuo sea único e irrepetible, por lo que se podría afirmar que cada cráneo es único y sólo puede pertenecer a una persona.

I.4.B: TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN CRANEOFACIAL

Los métodos de identificación craneofacial se fundamentan en que los tejidos blandos se relacionan intrínsecamente con el cráneo subyacente; por ello es crucial analizar dicha relación. Todas las técnicas que se basan en el uso de la medición de los grosores de tejidos faciales parten de determinados puntos craneométricos (Taylor, 2001; Wilkinson; 2004). En realidad, varios autores describen la relación de la morfología craneal con las características de la cara. Aunque esta asociación no sea cuantificable es perceptible. (Krogman e Iscan, 1986; Fedosyutkin y Nainys, 1993; Leopold *et al.*, 1993; Simpson y Hennemberg, 2002). En la actualidad no hay ningún estudio propio que relacione los puntos craneométricos y somatométricos para una población mediterránea. Los estudios existentes, citados anteriormente, se centran en los grosores tisulares generales sin que existan muestras poblacionales suficientes. Aún así, el número de estudios sobre la profundidad de tejidos blandos son cada vez más complejos. Hay revisiones bibliográficas que recogen estos estudios y destacan que las muestras utilizadas suelen tener pocos sujetos, están limitadas en cuanto a sexo, o comparan diferentes técnicas de medida, como la punción con aguja de medición, la pinzas clínicas, radiografías, resonancia magnética o ultrasonidos (Niinimäki, 2006).

Los trabajos que se han realizado sobre los grosores de los tejidos faciales analizan la medición de varios puntos de la cara, desde la piel hasta el tejido óseo subyacente, que relacionan un rostro con un cráneo en una población media (Brues 1958). A pesar de esto, las medidas de profundidad de tejidos tienen un papel importante en los métodos de superposición craneofacial y reconstrucción facial, ya que son la base con la que se trabaja para establecer la relación entre tejidos.

INTRODUCCIÓN

Existen varios métodos para realizar una identificación craneofacial:

I.4.B. a: ANÁLISIS ANTROPOMÉTRICO

Se basa en un cotejo entre las medidas y dimensiones faciales (Catterick, 1992; Miyasaka *et al.*, 1995; Yoshino *et al.*, 1997). Esta metodología se utiliza desde 1972 (Kaya y Kobayashi, 1972) y está basada en el análisis de 10 distancias existentes entre 9 rasgos faciales concretos. Posteriormente, y con la ayuda de elementos informáticos más potentes, se ha automatizado esta técnica (Bruce y Burton; 1989). El primer problema que se plantea es el de conseguir localizar automáticamente las zonas de interés sobre imágenes en dos dimensiones, normalmente en posición frontal, aunque otros autores (Harmon *et al.*, 1981) lo han hecho con perfiles, y posteriormente la búsqueda de identificaciones fiables. Los resultados obtenidos, siempre con condiciones de luz, ángulos y cámara controladas en laboratorios, han sido bastante fiables.

I.4.B. b: COMPARACIÓN MORFOLÓGICA FACIAL

Parte de una clasificación de los componentes de la cara, como la forma general, los ojos, las cejas, la nariz, los labios o las orejas (Hammer, 1978; Vanezis *et al.*, 1989; Iscan, 1993; Miyasaka, 1995). Esta técnica es muy utilizada en la reconstrucción facial y se recomienda que se use sólo en los casos en los que no hay otro elemento para identificar al individuo.

Hay una larga lista de autores (Gerasimov, 1971; Hiss, 1985; Czekanowski, 1907; Suzuki, 1948, etc.) que han investigado tanto la relación existente entre la estructura del cráneo y los tejidos blandos subyacentes,

INTRODUCCIÓN

como las “anomalías” por asimetría que se presentan en la cara. Tras varios estudios, se definió que la asimetría facial es la primera cualidad que hace a cada cráneo único, y por lo tanto característico de una sola cara (Majumdar y Sinha, 1989). Se considera a Paul Broca (Fedosyutkin y Nainys, 1993) como uno de los primeros investigadores en buscar la relación cráneo-cara existente y destaca las diferencias que hay entre cada individuo, desde la estructura ósea hasta la formación de los tejidos blandos, así como la relación de la apertura piriforme con la morfología de la nariz, etc. Los estudios de relaciones entre los tejidos blandos externos de la cara con respecto al tejido óseo parten de la necesidad de determinar la morfología facial y los grosores tisulares para poder aplicar los diferentes métodos de reconstrucción facial.

I.4.B. c: SUPERPOSICIÓN CARA-CARA

Consiste en la comparación de dos imágenes de un mismo individuo que ha podido cambiar sus rasgos generales, ya sea por las variaciones morfológicas debidas a la edad, enfermedades, cambio de peso, entre otras (Yoshino *et al.*, 1997; Vanezis y Brierley, 1996; Miyasaka *et al.*, 1995). De igual manera también se pueden realizar las comparaciones con imágenes de video (Yoshino *et al.*, 1995).

I.4.B. d: RECONSTRUCCIÓN FACIAL

También conocida como aproximación facial, consiste en, a partir de un cráneo, reconstruir las partes blandas y tejidos externos que conforman un rostro. Esta técnica se basa en el conocimiento de los grosores de los tejidos blandos que rodean al cráneo. Existen dos métodos básicos para realizar un nuevo modelo de un rostro:

INTRODUCCIÓN

- 1) Método morfoscópico, que parte de conocimientos anatómicos de los músculos, tendones y grasa facial (Gerasimov, 1971).
- 2) Método morfométrico, que se basa en el uso de las dimensiones de los grosores tisulares faciales (Welcker, 1883; His, 1895).

Durante el Renacimiento italiano se comenzó a estudiar la anatomía humana desde un punto de vista artístico. De ahí que encontremos modelos anatómicos en cera, o estudios y bocetos como los de Andrea Verrochio, Miguel Ángel o Leonardo Da Vinci, que posteriormente ayudarían a la creación de trabajos y libros de Anatomía para escuelas médicas. En el siglo XVII se exhibió una escultura de Giulio Gaetano Zumbo, en el que se incluye la cabeza de un hombre muerto, modelada en cera sobre un cráneo real. Otros autores (Abraham Chovet o Ercole Lelli, entre otros) han trabajado en la creación de modelos sobre cráneos, pero estos estudios no se hicieron pensando en la semejanza del individuo sino en el detalle anatómico.

El estudio de la medición del espesor de los tejidos blandos comenzó a finales del siglo XIX por Welcker (1883). W. His (1895) realizó las primeras mediciones de grosores de tejidos sobre cadáveres mediante el uso de una aguja de medición con pequeños hitos de goma para obtener profundidades de espesor en nueve puntos del plano medio facial, y seis puntos laterales. Posteriores estudios se centran en la correlación de los espesores de los tejidos y la robustez, para finalmente colocar hitos de yeso con los grosores obtenidos en los puntos marcados en el cráneo. Después se conectan con arcilla y se obtiene la forma de la cara. En 1898 Kollman y Buchly realizaron estudios con mediciones más precisas de profundidades y añadieron puntos craneométricos suplementarios. A principios del siglo XX, Czekanowski (1907) desarrolló una aguja graduada que permitía la lectura directa de los espesores, lo que mejoraba la precisión de las mediciones. En Rusia, Mikhail Gerasimov fue el principal precursor de la técnica de la reconstrucción facial con fines científicos, y creó en 1950 el Laboratorio de Reconstrucción Plástica.

INTRODUCCIÓN

A principio de la década de los ochenta, Rhine y Campbell (1980) y Rhine y Moore (1984) hicieron un exhaustivo trabajo de investigación y determinaron el espesor de los músculos, grasa y piel en las mediciones, y dividieron las poblaciones en tres tipos: sujetos obesos, normales y delgados.



Fig. 24. Ejemplo de reconstrucción a partir del cráneo de J. S. Bach. Realizada por His (1895).

La metodología empleada para la obtención de las medidas suele ser la punción de los tejidos blandos con una aguja de medición, radiografías de cráneo (Sassouni, 1955) o Tomografía computarizada (Phillips y Smuts, 1996). En el trabajo de Snow y Gatliff, (1970), se determina que la toma de datos sobre cadáveres debe ser en posición supina. Para que el estudio de la relación craneofacial sea útil, la muestra que se utilice para la determinación de los grosores debe acotarse según el sexo, la edad y el grupo étnico al que pertenece el individuo. Hay que tener en cuenta la posibilidad de la variación facial en función del estado de salud y una posible obesidad o delgadez extrema. El método de aguja de medición para determinar la media de los grosores faciales ha sido utilizado por varios investigadores como por ejemplo Suzuki (1948) para una población japonesa; Czekanowski (1907) y

INTRODUCCIÓN

Berger (1965) para una población europea caucasiana. Para poblaciones australianas Sutton (1969), Simpson y Henneberg (2002), Domaracki y Stephan (2006). Para poblaciones africano-americanas (Rhine y Campbell, 1980), americanas caucasianas (Rhine *et al.*, 1984; Wilkinson, 2004), entre otros. Suazo *et al.*, (2007) para una población española o Codinha (2009) para una población portuguesa.

El resultado de la reconstrucción podrá ser un modelo tanto bidimensional como tridimensional. En el primer caso, se realizan dibujos habitualmente en semi-perfil. En el segundo caso, se suele trabajar con una reproducción en resina del cráneo sobre la que se colocan los hitos de los grosores.

Cabe destacar el papel crucial que desempeñan los sistemas informáticos en todo el proceso de reconstrucción, tanto en el modelado de una réplica fiel del cráneo en tres dimensiones, como en el soporte software para facilitar y agilizar la reconstrucción.

I.4.B. e: SUPERPOSICIÓN FACIAL

Esta técnica consiste en superponer una fotografía de la cara del individuo sobre una imagen obtenida del cráneo a identificar.

El análisis de los rasgos antropométricos, dimensiones y ángulos faciales en la fotografía de un conocido, ayuda a la elaboración de una sistemática para realizar la superposición.

INTRODUCCIÓN

I.4.B.e.1. ORÍGENES DE LA SUPERPOSICIÓN FACIAL

Paul Broca (1875) realizó la primera investigación científica sobre la relación que existe entre las partes blandas que recubren el cráneo y la estructura del mismo. Con su trabajo se destaca la variabilidad que hay en el grosor de tejidos entre individuos y se pone de manifiesto la individualidad en la cara humana.

Brash (1937) fue el primero que propuso que podía superponerse la fotografía de personas desaparecidas y el cráneo a comparar, como técnica de identificación. A partir de estos estudios, esta técnica ha sido utilizada en investigación criminal. Este procedimiento ha sido aplicado por diferentes investigadores en numerosos casos, pero siempre surgen problemas como el escalado de las imágenes, la orientación del cráneo referente a la imagen, el número y la calidad de las fotografías a comparar, entre otros.

Uno de los primeros trabajos de superposición de una imagen fotográfica con un cráneo lo realizaron Pearson y Morant en 1934. Tomaron fotografías de un preso egipcio que iba a ser ejecutado y, tras su muerte, las compararon con las del cráneo. Escalaron las imágenes del cráneo hasta igualarlas con las de las fotografías previas de la cara e hicieron el fotomontaje para comprobar la fidelidad de la superposición, con lo que obtuvieron un alto grado de fiabilidad (Isca, 1993).

La primera vez que se utilizó la técnica de la superposición fotográfica para la identificación legal, fue en el caso del asesinato de la esposa del Dr. Ruxton, que realizaron Glaister y Brash en 1937. Estos profesores de Anatomía y de Medicina forense, respectivamente, hicieron un estudio de identidad de las víctimas de las que previamente expertos forenses habían determinado que se trataba de dos mujeres de 21 y 35 años. Tras la investigación policial se llegó a la conclusión de que pertenecían a la zona de Lancaster, Inglaterra, donde el Dr. Ruxton había denunciado la desaparición de su esposa y de su asistente. Una vez obtenida una fotografía de la Sra.

INTRODUCCIÓN

Ruxton, consiguieron establecer la identidad utilizando la técnica de la superposición craneofacial.

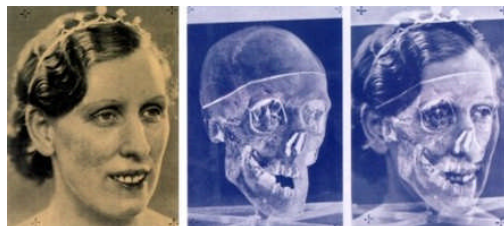


Fig. 25. Imagen de la superposición realizada con el cráneo de la Sra. Ruxton.

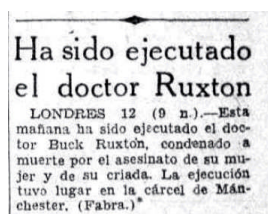


Fig. 26. Recorte de una nota del diario "El Sol" del 13 de mayo de 1936.

Cocks, en 1970, utilizó un método de comparación de puntos antropológicos triangulando las marcas tanto en las fotografías de la cara como del cráneo del individuo a estudiar. R. P. Helmer y O. Gruner (1987) compararon las distancias entre puntos craneométricos. De forma similar, Helmer *et al.*, (1989a,b) cuantificaron las dimensiones de los cráneos y la relación de los puntos.

I.4.B.e.2. LA SUPERPOSICIÓN EN LA ACTUALIDAD

Aunque el uso de las medidas geométricas faciales ha sido utilizado desde 1972 (Kaya y Kobayashia, 1972), los avances en el procesamiento informático de imágenes agiliza la técnica siempre con la intencionalidad de buscar un método automático de identificación. Normalmente, el principal interés es conseguir un software capaz de localizar los puntos característicos

INTRODUCCIÓN

determinados e identificarlos. Bruce y Burton (1989) consiguieron realizar identificaciones fiables de forma automática, aunque las muestras fueron adquiridas en laboratorios con condiciones de iluminación y ángulos controlados para optimizar la localización de los rasgos faciales.

En la actualidad la identificación craneofacial tiene una gran importancia en la Antropología Forense. En primer lugar, el uso de las cámaras de fotografía y vídeo digitales aumenta las posibilidades de encontrar fotografías de individuos de una manera más rápida y con mejor calidad. Por otro lado, las cámaras de vídeo-vigilancia están siendo cada vez más usadas en bancos, parkings, grandes superficies comerciales, etc. (Koelmeyer, 1982; Shahrom, 1996; Yoshino *et al.*, 1997; Cattaneo *et al.*, 2007). Dichas cámaras pueden jugar un papel importante en casos en los que no se dispongan de otro tipo de fotografías del sujeto a identificar mediante superposición craneofacial.

En sus estudios, autores como Brown *et al.*, (1981), Iscan (1988) o Krogman e Iscan (1986), concluyeron que la técnica de superposición, tanto de video-foto, como la de foto-foto sirven como prueba forense ante un juicio. Por otro lado, en 1993, Cai y Lan crearon una relación de índices y ecuaciones de la superposición, lo que hizo que aumentase su fiabilidad. Koelmeyer en 1982, grabó en video una superposición, que fue aceptada como prueba ante un tribunal para establecer la identidad de un individuo. Iscan, en 1993, advirtió que una superposición debe mostrarse con dos imágenes a superponer, en lugar de una imagen montada, para que se puedan diferenciar con claridad.

Yoshino *et al.*, (1995) realizaron superposiciones de imágenes craneofaciales en 52 casos forenses. En 35 de ellos se obtuvo un resultado positivo emparejando el contorno y las relaciones anatómicas de la cara en imágenes frontales, oblicuas y de los perfiles. Dos casos se excluyeron por falta de coincidencia con algún individuo. El resto de los casos dieron identificaciones probables, ya que sólo se pudo utilizar una única imagen, lo que fue insuficiente para considerar la identificación como positiva. De este

INTRODUCCIÓN

examen práctico se confirma que la superposición craneofacial es fiable para la identificación cuando se usan dos o más fotografías faciales tomadas en ángulos diferentes.

En 1996 Shahrom *et al.*, realizaron una superposición de imágenes partiendo del cráneo de un esqueleto hallado en un bosque. La superposición se hizo basándose en las fotografías de la supuesta víctima y se obtuvo un resultado positivo en la identificación. Posteriormente se confirmó la identidad por medio del cotejo de los datos antropológicos con los registros de los archivos dentales.

Se ha intentado desarrollar un sistema automático de identificación craneofacial con una técnica de superposición de foto/vídeo, para utilizarla en casos de individualización con la ayuda del cráneo y de una fotografía frontal de la víctima o imputado. Con ello se pretende reconstruir una imagen 2D craneal que sea superponible a la de la cara, mediante un simple proceso de reconocimiento inteligente informático que se basa en la simetría (A. K. Ghosh, P. Sinha, 2001).

Fenton *et al.*, (2008) destacan la necesidad de automatizar parte del proceso de la superposición, en concreto la orientación del cráneo, con la finalidad de minimizar el tiempo de trabajo manual y de esta manera se elimina, además, parte de la subjetividad en este paso.

Por otra parte ya se realizan trabajos que arrojan resultados más satisfactorios y utilizan otras técnicas más innovadoras de registro de imágenes en 3D y tomografía computarizada. Dichas técnicas son resultado de los avances en tecnologías aplicadas a la Antropología (Damas *et al.*, 2011), que están basadas en el uso del ordenador y de técnicas 3D. Además, se aplican algoritmos genéticos para realizar el emparejamiento entre ambas imágenes con precisión. La técnica se aplica a la “transformación de la perspectiva” del objeto tridimensional que se pueda proyectar sobre la imagen bidimensional con la comparación de los pares de puntos (Santamaría *et al.*, 2009; Ibañez, 2011).

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la técnica de identificación facial por superposición de imágenes no está considerada como prueba pericial en todos los países; el problema principal que se plantea es que las imágenes pueden ser manipuladas, o comparadas subjetivamente. Por esto, siempre se ha preferido establecer la identidad mediante la Odontología o la Genética forense. Con los medios técnicos actuales, se puede lograr una alta fiabilidad a la hora de hacer una superposición, ya que se está aplicando con nuevas tecnologías en el campo de la identificación.

Como se puede comprobar, la fiabilidad de la superposición depende de numerosos criterios, como el número de fotografías a comparar, la calidad de las mismas, la replicación de la posición del cráneo con la cara de la fotografía, el escalado, etc. Todas las dificultades planteadas disminuyen considerablemente con la incorporación de los recursos que nos ofrecen las nuevas tecnologías.

Estos casos demuestran que la superposición de imágenes puede ser un método valioso y rápido de identificación; por ello, los resultados que se obtienen deben ser utilizados para apoyar, orientar o complementar a los adquiridos mediante la utilización de otras técnicas.

I.4.B.e.3. METODOLOGÍA DE SUPERPOSICIÓN CRANEOFACIAL

La técnica de superposición craneofacial consiste en la comparación de dos o más imágenes de un individuo con un cráneo para su identificación. La superposición craneofacial mediante comparación foto-cráneo comenzó como subdisciplina de la Antropología partiendo de los estudios que Welker desarrolló en la década de 1880 y de la posterior actualización que realizó Krogman en 1939. Desde entonces, este método se ha usado en la resolución de múltiples investigaciones de cuestiones legales y policiales.

INTRODUCCIÓN

Las primeras identificaciones se hacían superponiendo las imágenes en negativo de la cara y del cráneo, y se comparaban conjuntos de puntos somatométricos con sus correspondientes craneométricos, previamente marcados. Luego se hacía corresponder ambas fotografías y se revelaba en positivo los dos negativos superpuestos.

La identificación por superposición de fotografías tiene el inconveniente de que no hay una sistemática determinada. Cada investigador suele aplicar su propio método, muy influenciado por la cantidad y calidad del material fotográfico de que dispone (Tyrrell, *et al.*, 1997). Sin embargo, hay dos factores que se deben tener en cuenta.

- *Orientación*: determinación de la posición del cráneo para hacerlos coincidir con la pose en la fotografía.

A la hora de realizar una superposición entre una fotografía y un cráneo, uno de los mayores problemas que surgen es el de reproducir la posición de la cara de la persona en la fotografía con el cráneo a comparar (Kumari y Sekharan, 1992). Hay que tener en cuenta los posibles movimientos de la cabeza para su colocación, ya que pueden variar según la extensión superior e inferior, la rotación sobre el eje del cuello, o la inclinación lateral, (figuras 27-29). Dichos factores se deben considerar para poder replicar con el cráneo la misma posición de la cara en la fotografía. Chandra Sekharan (1973 y 1979) realizó numerosos estudios para determinar matemática y geoméricamente el ángulo de rotación, flexión o inclinación de la cabeza para aplicarlo en esta técnica.

INTRODUCCIÓN

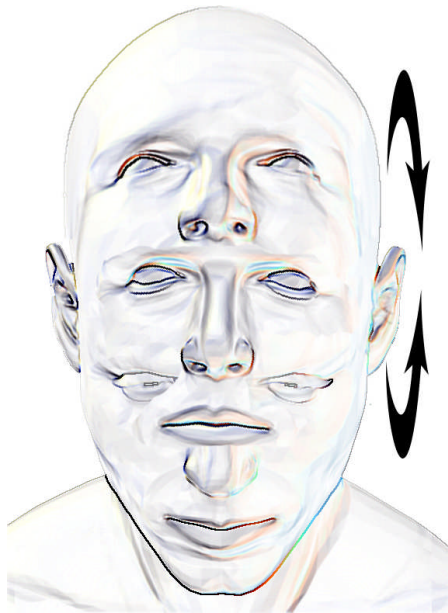


Fig. 27. Imagen de flexión hacia arriba/abajo.

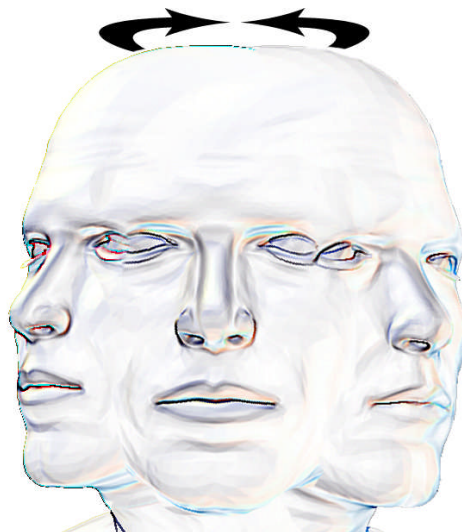


Fig. 28. Imagen de rotación izquierda/derecha.

INTRODUCCIÓN



Fig. 29. Imagen de la inclinación lateral hacia la izquierda/derecha de la cara.

- *Escalado*: determinación del tamaño real de ambas imágenes.

El problema de igualar los tamaños del cráneo y de la cara de la foto previa se ha estudiado tomando índices de las distancias interpupilares (Jayaprakash *et al.*, 2001), el tamaño de los incisivos centrales y laterales (Yoshino y Seta, 2000), incluso la relación y determinación del tamaño de la cabeza según las distancias entre los *ecthocantion*, y entre *glabella*, *subnasale* y *gnation*. El error de las mediciones de la cara para comparar con el cráneo vuelve de nuevo a la orientación del cráneo ya que una colocación incorrecta puede variar el grosor de los tejidos o la distancia de los puntos (Lan y Cai 1993). Otro problema que surge con la reproducción de tamaño es que si hay un pequeño error en la medición, por ejemplo 1 mm. en los dientes, al aumentar el tamaño de la cara, puede crear una discrepancia en la diferencia de dimensiones de hasta 1 cm. en el total de la cara. (Shahrom *et al.*, 1996).

INTRODUCCIÓN

I.4.B.e.4. PUNTOS CRANEOMÉTRICOS USADOS EN SUPERPOSICIÓN FACIAL

Anteriormente, en el apartado I.2.B., se han descrito los puntos craneométricos. Por esa razón, a continuación sólo se enumeran los que se suelen utilizar en una identificación por superposición de imágenes. Hay que tener en cuenta que dichos landmarks deben ser muy fácilmente identificables en el cráneo, ya que la colocación de cada uno debe ser lo más exacta posible y no debe estar influida por la subjetividad, ya que daría lugar a error en las mediciones y de esta manera modificar la identificación. En las figuras 30 y 31 se muestra gráficamente dicha ubicación sobre un cráneo digitalizado en 3D (George, 1987).

A. Puntos Craneométricos:

- a. Vertex (v)
- b. Glabella (g)
- c. Nasion (n)
- d. Ectoconchion (ec)
- e. Dacryon (d)
- f. Frontotemporale (ft)
- g. Orbitale (or)
- h. Alare (al)
- i. Zygion (zy)
- j. Nasospinale (ns)
- k. Prosthion (pr)
- l. Gonion (go)
- m. Pogonion (pg)
- n. Gnathion (gn)

INTRODUCCIÓN

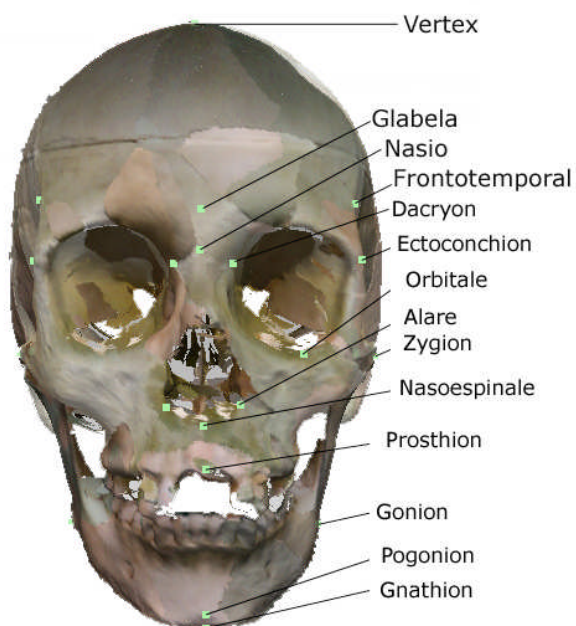


Fig. 30. Puntos craneométricos en norma frontal.

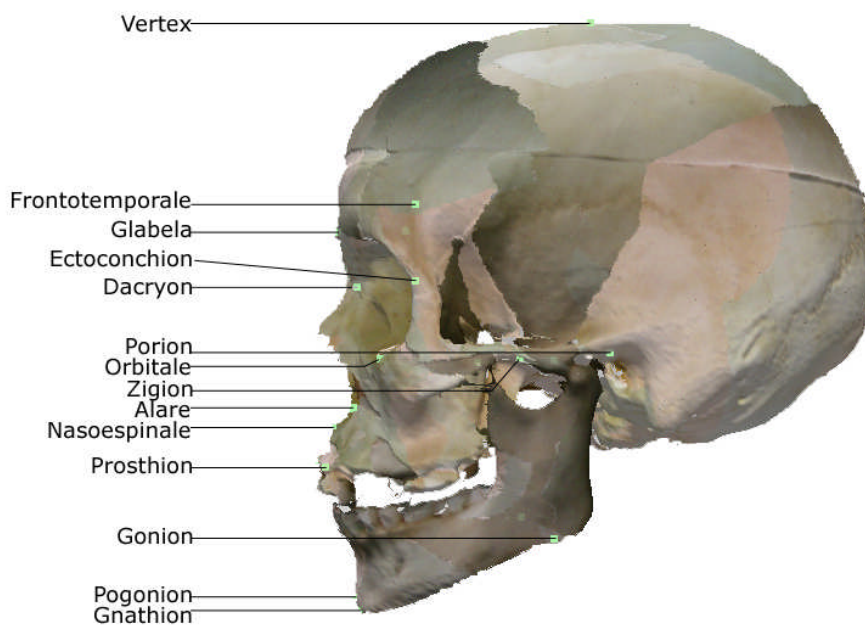


Fig. 31. Puntos craneométricos en norma lateral.

INTRODUCCIÓN

I.4.B.e.5. PUNTOS SOMATOMÉTRICOS USADOS EN SUPERPOSICIÓN FACIAL

Del mismo modo que se marcan los puntos craneométricos, se deben situar los somatométricos. Uno de los problemas que se nos puede presentar es que la fotografía sobre la que se tienen que marcar dichos puntos no sean visibles. Por ese motivo se deberían, si es posible, utilizar varias fotografías.

B. Puntos Somatométricos:

- a. Vertex (v')
- b. Alare (al')
- c. Trichion (tr)
- d. Chelion (ch)
- e. Zygon (zy')
- f. Endocanthion (en)
- g. Ectocanthion (ec)
- h. Stomion (sto)
- i. Tragion (t)
- j. Subnasale (sn')
- k. Gonion (go')
- l. Glabella (g')
- m. Gnathion (gn')
- n. Nasion (n')
- o. Labiale superior (ls)
- p. Labiale inferior (li)
- q. Pogonion (pg')
- r. Porion (po')
- s. Gnathion (gn')

INTRODUCCIÓN

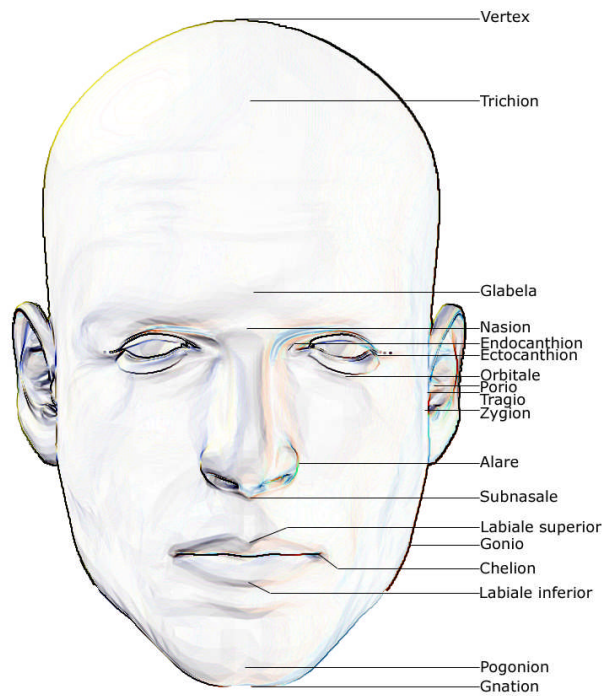


Fig. 32. Puntos somatométricos en norma frontal.

INTRODUCCIÓN

I.4.B.e.1. CORRESPONDENCIA ENTRE PUNTOS
CRANEOMÉTRICOS Y SOMATOMÉTRICOS

En la mayoría de los casos se tiene el concepto erróneo de colocar los puntos somatométricos perpendiculares a sus puntos craneométricos subyacentes. Así, según R. George (1987 y 2007), las correlaciones son:

Puntos Craneométricos	Puntos Somatométricos	Relación
Glabela (g)	Glabela' (g')	Directamente perpendicular.
Nasio (n)	Nasio' (n')	Normalmente el punto craneométrico está situado 2 ó 3 mm. más bajo que el somatométrico determinado lateralmente.
Nasoespinal (ns)	Subnasal (sn)	Subnasal está situado más bajo que nasoespinal desde la tangente del cartílago del alar y la espina nasal anterior.
Alar (al)	Alar' (al')	En la media en caucasoides el punto somatométrico está aproximadamente 3 mm. más lateral que el craneométrico (Gatliff and Snow, 1979), pero es variable.
Subnasale (sn)	Labial superior sulcus (sls)	Mientras que subnasale es un punto fijo, sls es variable. Normalmente el labio superior se encorva suavemente. El punto medio de la curvatura es generalmente más bajo que sn.
Supradentale (sd)	Labial superior (ls)	En caucasoides, el límite del labio superior corta por el cuarto superior del incisivo central superior, por lo que está situado más bajo que sd.
Incisivo superior (ls)	Estomio (sto)	Sto es variable y depende del estado de tensión de los labios. Normalmente, la hendidura corta por el tercio inferior del incisivo central maxilar, por lo que está situado más alto que ls.
Infradental (ld)	Labial inferior (li)	Li está situado ligeramente más alto que ld, aproximadamente su corte perpendicular coincide con el tercio inferior del incisivo central mandibular.
	Chelio (ch)	Chelio no tiene ningún contrapunto directo. En la vista lateral coincide, normalmente, con el canino maxilar.
Pogonio (pog)	Pogonio' (pog')	Pog' está situado, normalmente, ligeramente más alto que pog, sobre todo en los varones.
Gnatio (gn)	Gnatio' (gn')	Gn' normalmente es anterior e inferior a gn.
Gonio (go)	Gonio' (go')	Por definición Go' es lateral e inferior a go.
Cigio (zy)	Cigio' (zy')	Directamente perpendicular.
	Ectocantio (ec)	Ectocantio no tiene ningún contrapunto directo. Proyecta sobre la órbita ocular en el tubérculo de Whitnall. (Stewart, 1983).
	Endocantio (en)	Endocantio no tiene ningún contrapunto directo. Proyecta sobre el lacrimal.

INTRODUCCIÓN

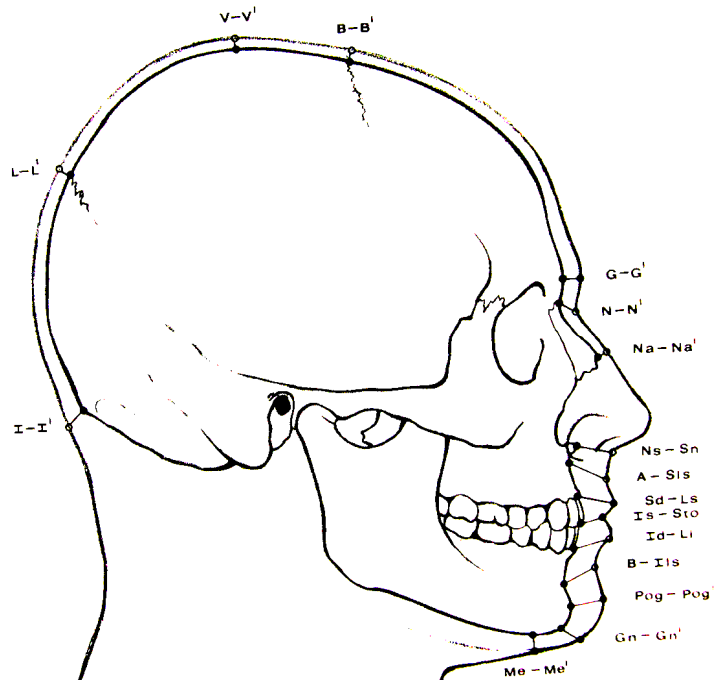


Fig. 33. Relación entre puntos craneométricos y somatométricos en norma lateral.
(R. George, 1987)

II: TÉCNICAS DE IMÁGENES UTILIZADAS EN ANTROPOLOGÍA FÍSICA Y FORENSE

Los estudios radiológicos en la investigación e identificación de los restos humanos, han sufrido un gran impulso en las tres últimas décadas con la aportación de nuevas técnicas de imagen.

A los tradicionales exámenes de radiografía simple se han venido a sumar la radiografía digital, la tomografía axial computarizada y la imagen por resonancia magnética.

Por otro lado, los escáneres de superficie, aportan nuevas posibilidades de trabajo sobre objetos virtuales tridimensionales. El desarrollo de estas tecnologías se basa en la obtención de imágenes 3D de la superficie del objeto escaneado con gran exactitud y detalle, sin la necesidad de contacto ni radiación. Permiten el tratamiento de superficies en tres dimensiones digitalizadas en función de la necesidad de su estudio. Los escáneres actuales, ya sean de sistema de luz estructurada (NEC Fiore, Breuckmann faceSCAN II, entre otros) o de láser (Cyberware 3030, o Vivid 910 de Konica Mionolta) permiten mediciones y calibrados con errores inferiores a 0.02 mm.

II.1: RADIOGRAFÍA DIGITAL

W. K. Roentgen descubrió que la emisión de unas ondas electromagnéticas con una determinada longitud de onda (inferior a 10 Amstrong), y con una frecuencia inferior a $3 \cdot 10^{16}$ Hz. podía atravesar la materia. A este hallazgo le denominó Rayos X. El problema es que la materia atravesada recoge parte de la energía y sus átomos se ionizan.

La Radiografía digital fue introducida en la Radiología clínica en la última década del siglo pasado y el mecanismo básico consiste en la adquisición digital de la imagen empleando un detector radiológico con una placa de fósforo fotoestimulable y un lector que procesa la información para grabarla en un ordenador. En lugar de utilizar una emulsión fotográfica, las imágenes se recogen en una lámina cubierta por una sustancia, semejante a las pantallas fluorescentes, que retienen parte de la energía de radiación como imagen latente. Al explorar esta lámina con un haz de rayos láser muy focalizado, se produce una imagen digitalizada, punto a punto a partir de la señal emitida por el fotomultiplicador. En la imagen resultante, cada punto (pixel) corresponde aproximadamente a un área de tamaño del foco del láser que genera y muestra imágenes de los datos obtenidos en una forma digital. Las ventajas principales de la digitalización son:

- a. Las imágenes pueden ser almacenadas para una posterior revisión.
- b. La calidad siempre es mejor que las de una radiografía convencional.

TÉCNICAS DE IMÁGENES UTILIZADAS EN ANTROPOLOGÍA FÍSICA Y FORENSE

- c. Se puede modificar el brillo y nitidez que mejora la calidad de la imagen, variando los parámetros de nivel y ancho de ventana para intensificar el contraste de los bordes o eliminar fondos.

Por tanto, con la radiografía digital se pueden visualizar con facilidad las estructuras cuyas imágenes sobrepasan la gama útil de la radiografía convencional y aparecen de un color negro uniforme por la saturación de la emulsión.

También se puede registrar directamente una imagen digitalizada mediante la exploración del paciente con la emisión de un haz de rayos X colimado hendido y recogerlos mediante una hilera de detectores alineados y muy poco espaciados, situados tras una estrecha hendidura. Esta disposición es análoga al sistema para la detección de una imagen exploradora con el tomógrafo computarizado.

En las últimas décadas, el uso de la radiografía digital se ha centrado en estudios de validez de medidas en contornos óseos y localización de puntos craneométricos y somatométricos, además de cálculo de planos y ángulos craneofaciales en radiografías postero-anterior y lateral (Baumrind *et al.*, 1971; El-Mangoury *et al.*, 1987; Leonardi *et al.*, 2008).



Fig. 34. Imagen de una radiografía digital.

II.2: IMAGEN POR RESONANCIA MAGNÉTICA

La RMI representa la distribución de protones móviles dentro de las moléculas de los tejidos.

El mecanismo, como su propio nombre indica, está basado en el fenómeno de la resonancia magnética, es decir, los protones absorben energía y se excitan para volver más tarde al estado de relajación; el exceso de energía adquirida se emite como radiación electromagnética y puede ser recopilada y analizada para la obtención de una imagen de gran calidad. La reemisión de la señal de radiofrecuencia por parte del paciente, se encuentra con un campo magnético externo generado con un imán de fuerza de campo entre 0,2 y 1,5 teslas. Los núcleos atómicos de los tejidos que se encuentran dentro de su radio de acción, tienden a alinearse a lo largo de su dirección. Al eliminarse el campo de radiofrecuencia, la energía que se absorbe se libera, y esto queda registrado como una señal eléctrica que proporciona los datos que se derivan en imágenes digitales.

Zaragoza (1992) resumió el proceso en 5 fases diferenciadas:

- 1.- El objeto se coloca dentro de un imán.
- 2.- Se envía una onda de radio hacia el objeto.
- 3.- La onda de radio se interrumpe por la presencia del objeto y choca contra él.
- 4.- El objeto emite una señal.
- 5.- A partir de la señal emitida se reconstruye una imagen.

TÉCNICAS DE IMÁGENES UTILIZADAS EN ANTROPOLOGÍA FÍSICA Y FORENSE

Algunos autores, como Budin *et al.*, (2008), han utilizado estudios de RMI para hacer reconstrucciones volumétricas mediante digitalización de los resultados tridimensionales de las resonancias, y compararlos con imágenes digitalizadas de la cara de cada individuo.

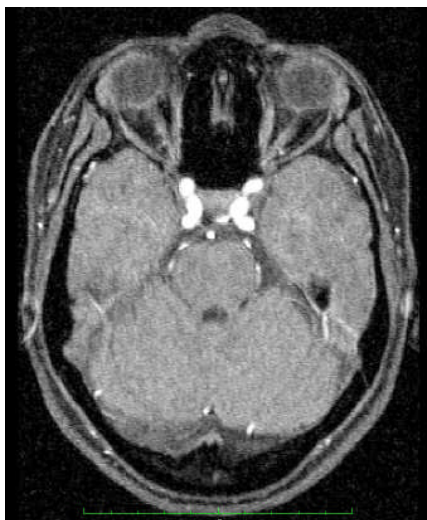


Fig. 35. Imagen de una Resonancia Magnética

II.3: TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA

Una imagen de Tomografía Computarizada (TAC) es una secuencia de matrices bidimensionales, cada una de las cuales está formada por elementos de imagen, los píxeles. Cada píxel almacena un valor de intensidad (color) que representa un pequeño elemento volumétrico del objeto real considerado. El volumen del vóxel depende del grosor del corte proporcionado por el escáner. El coeficiente de atenuación lineal de rayos X medio de cada vóxel se obtiene por el cómputo de una serie de determinaciones recogidas en el tomógrafo computarizado y se le asigna un valor de tonalidad de gris relacionado de forma lineal con su magnitud. Así, la imagen de TAC es un mapa de la distribución espacial de los coeficientes de atenuación radiológica calculados.

La resolución de las imágenes de TAC queda determinada por el campo de visión (FOV) (Field of View), que es el tamaño volumétrico de la matriz de imagen respecto al área representada. Las matrices empleadas para el diagnóstico por imagen suelen oscilar entre 128x128 y 1024x1024, siendo la más utilizada la de 512x512 (es decir, aproximadamente 262.000 píxeles). Al aplicarlo a un FOV de 40x40 cm., el tamaño del píxel se transformaría en 0.4x0.4 mm.

El origen etimológico de la Tomografía Axial Computarizada es:

- Tomografía: Imagen de un corte.

Tomos = Corte.

Grafos = escritura, imagen.

TÉCNICAS DE IMÁGENES UTILIZADAS EN ANTROPOLOGÍA FÍSICA Y FORENSE

- Axial: relativo al eje (punto central donde coincide el rayo durante la exposición, que coincide con la zona de estudio).
- Computarizada: mediante sistemas informáticos.

La Tomografía Computarizada se basa en la atenuación que experimenta el haz de rayos X al atravesar la materia. La descripción y su puesta en práctica la llevó a cabo el Dr. Godfrey N. Hounsfield en 1972, quien realizó un estudio tomográfico a un paciente, cuya intervención quirúrgica posterior confirmó el diagnóstico obtenido. Las imágenes se obtienen emitiendo un haz de rayos X colimado que atraviesa al paciente, al mismo tiempo que realiza un movimiento circular. La señal se mide en valores de atenuación recibidos por un detector, que muestra la imagen en un ordenador. Las imágenes obtenidas se pueden almacenar, lo que permite estudios posteriores.

El uso habitual de las imágenes TAC tiene la finalidad de diagnóstico previo, ya que se trata de un medio no invasivo, que permite la observación y localización de posibles hemorragias internas, cánceres, coágulos, cardiopatías o fracturas óseas. A pesar de tratarse de una prueba no invasiva, no es inocua, ya que el sujeto al que se le realiza el estudio está expuesto a radiación ionizante. En el Consejo de la Unión Europea del 30 de junio de 1997 se estableció que los pacientes deben reducir la exposición innecesaria a la radiación. En la *“Guía de indicaciones para la correcta solicitud de pruebas de diagnóstico por imagen”* promovida por la Dirección General de Medio Ambiente se incluye un cuadro de equivalencias de dosis de radiación. Se establece como unidad la radiografía de tórax ya que es la más frecuente y de menor radiación. En la tabla siguiente se muestra la equivalencia de las dosis de radiación recibida (Pediatric Environmental Health Speciality Unit Valencia).

TÉCNICAS DE IMÁGENES UTILIZADAS EN ANTROPOLOGÍA FÍSICA Y FORENSE

Tabla 1: Equivalencia de radiaciones

Procedimiento de diagnóstico	Comparación con radiografía de Tórax	Equivalencia en radiación ambiente
Rad. Tórax	1	1,5 días
Rad. Cráneo	3,5	11 días
Rad. Abdomen	50	6 meses
Rad. Estudio digestivo	150	16 meses
Rad. Enema opaco	350	3 años
TC. Cráneo	115	1 año
TC. Tórax	400	3,6 años
TC Abdomen	500	4,5 años

Desde 1972 hasta la actualidad ha habido numerosos cambios con la finalidad, en su mayoría, de mejorar la calidad de la imagen y disminuir el tiempo de barrido sobre el paciente; se consideran varias “generaciones” en función de:

- 1ª.- El tubo de RX y el detector opuesto recorren la zona realizando los cálculos correspondientes. Ambos rotan y recorren la zona siguiente sobre el mismo eje, repitiendo el proceso hasta conseguir los cálculos de un ángulo de 180°. (El tiempo de barrido por corte es de 4 a 5 minutos).
- 2ª.- El número de detectores opuestos al tubo de RX aumenta a 30, lo que disminuye el número de rotaciones de 180 a 6 por barrido. (El tiempo total es de 20 a 60 segundos por barrido).
- 3ª.- El tubo de RX y los detectores opuestos giran al mismo tiempo un total de 360°. (El tiempo se reduce a 3 segundos).
- 4ª.- El tubo de RX gira por el interior de una corona de detectores fijos que recogen y envían los datos para su cálculo. Los tiempos son similares a la generación anterior, pero no se desajustan las posiciones de los detectores.

II.4: TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA HELICOIDAL

En la Tomografía Computarizada Helicoidal, el tubo de RX está preparado para girar de forma continua en el raíl de gantry, mientras que la camilla con el paciente se desplaza linealmente a una velocidad constante. Por tanto, los resultados se recogen en una trayectoria espiral, y se obtienen datos para la construcción de una imagen plana mediante la interpolación entre los cortes helicoidales adyacentes. Esta técnica permite obtener de forma más rápida, volúmenes de datos tomográficos y formatear imágenes con intervalos entre 0,5 y 10 milímetros, lo que hace que disminuya el tiempo que el paciente es sometido a radiación; es capaz de obtener los datos en un tiempo comprendido entre 24 y 32 segundos. El tono señala la distancia recorrida por la camilla respecto al grosor del corte durante una vuelta completa del tubo de RX. Por tanto, un tono de uno significa que la camilla ha avanzado 10 mm. en cada vuelta del tubo de RX. Si se hubiera movido 20 mm., el tono sería de 2. En los valores del tono superiores a uno, la definición tomográfica de las estructuras representadas va haciéndose cada vez más imprecisa.

Las imágenes digitales se obtienen en décimas de segundo, lo que permite la obtención de imágenes dinámicas, que se conoce como 4D (imágenes 3D adquiridas en diferentes instantes de tiempo, que conforman la cuarta dimensión). Esta técnica posibilita la visualización de imágenes digitales en movimiento en tiempo real. Se puede ver, por ejemplo, el movimiento cardíaco, o rastrear venas o arterias, en diversos momentos, como antes o después de una inyección de contraste.

Los datos obtenidos se pueden consultar a distancia, mandando las imágenes a través de la red electrónica. La conversión de dichos datos en imágenes se almacena en un registro electrónico mundial denominado PACS. Además, la mayoría del software que trabaja con imágenes de tomografía helicoidal permite una reproducción volumétrica de los datos e imágenes obtenidos, lo que facilita en muchos casos la visualización de posibles patologías.

La reconstrucción de la imagen en un estudio de Tomografía Computarizada, depende de la atenuación de los rayos X registrados en cada trayecto de cada corte; la suma de cada rayo por cada vóxel atravesado da como resultado total una imagen tridimensional. El cálculo del coeficiente de atenuación de cada vóxel se realiza por medio de un proceso computarizado conocido como Proyección Posterior Filtrada. Dicho coeficiente se calcula en relación a la densidad del agua, y se multiplica por una constante que lo convierte en un número entero. El coeficiente de la densidad del agua es, por definición "0", mientras que el del aire es de "-1000". Esto da al hueso compacto un valor próximo a "+1000". Esta escala de 2000 unidades se conoce como la *escala de Hounsfield*, y cada unidad recibe el nombre de *número TAC* o *unidad de Hounsfield* (Fig. 36).

En las tomografías axiales de cráneo, el plano habitual suele ser paralelo al plano meato-orbital, que es prácticamente idéntico al plano de Frankfurt. La metodología que se tiene como norma general para realizar una TC helicoidal se basa en que el paciente se sitúa en decúbito supino, con lo que las imágenes obtenidas suelen ser en los planos transversal o axial. A pesar de esto, en algunos estudios craneales o maxilofaciales, es necesario obtener una imagen coronal, por lo que el paciente se sitúa en decúbito prono con el cuello extendido. Como se verá más adelante, estas imágenes no se reproducen con suficiente calidad en la reconstrucción volumétrica, por lo que se han eliminado en el estudio que tratamos.



Fig. 36. Imagen de una reconstrucción volumétrica de TC.

En la actualidad, existen varios campos en la Antropología que utilizan los datos obtenidos de los estudios tomográficos. Desde la realización de estudios de morfometría (Aso *et al.*, 2005), determinación de sexo mediante la reconstrucción de tomografías de la 12^a vértebra torácica (Sheng-Bo *et al.*, 2008), hasta autopsias virtuales (Thali *et al.*, 2009), o reconstrucciones tridimensionales (Ramsthaler *et al.*, 2010).

“Queda por ver si la tomografía computarizada jugará un papel decisivo en la identificación del cráneo en el futuro. Helmer et al. (1986) han hecho algunas investigaciones interesantes en este campo. Indudablemente, los nuevos métodos asistidos por ordenador ofrecerán nuevas posibilidades. Si todos los resultados preliminares necesarios, como la determinación del sexo, edad y grupo sanguíneo, se tienen en cuenta, y si las particularidades individuales del cráneo y del esqueleto poscraneal se examinan cuidadosamente, a continuación, la técnica moderna sin duda alguna, darán lugar a la prueba o refutación de la identidad en la mayoría de los casos. Por supuesto, las fotografías deben ser las adecuadas para la comparación...”

Oskar Grüner (1993)

II.5: ESCÁNERES TRIDIMENSIONALES

El principio fundamental en el que se basa la obtención de imágenes mediante el uso de un escáner tridimensional, es que el haz de luz láser, como elemento activo, recorre un objeto o una escena, para posteriormente ser recogido por un receptor tras chocar con la imagen escaneada. Este proceso se repite de forma continua, lo que crea una representación tridimensional del objeto escaneado. El escáner obtiene una gran densidad de puntos de forma muy precisa mediante una técnica conocida como triangulación activa, que consiste en un método de proyección de luz estructurada basado en triangulación espacial. La obtención del objeto se realiza con un barrido completo del láser; dicho elemento estará compuesto por "píxeles". Finalmente se crea una superficie en forma de mallado poligonal.

La representación de las imágenes obtenidas en 3D se realiza mediante imágenes de rango. Dichas imágenes expresan una distancia entre un sistema de referencia conocido y un punto de la superficie del objeto, lo que reproduce una estructura tridimensional de una escena de una superficie muestreada. La imagen final adquirida puede quedar delimitada por una nube de puntos, que puede facilitar la eliminación de puntos similares para crear un modelo más ligero y simple; pero también se puede obtener una imagen final de una malla de polígonos (habitualmente triangular) sobre la que se podrá superponer la textura adquirida del objeto (Mateus *et al.*, 2006) (fig. 37). Al realizar un escaneo, pueden surgir una gran cantidad de triángulos innecesarios generados por sombras o errores en el escaneo del objeto. Para solventar esto, se debe simplificar la malla eliminando los posibles "picos" (Heckbert, 1997).

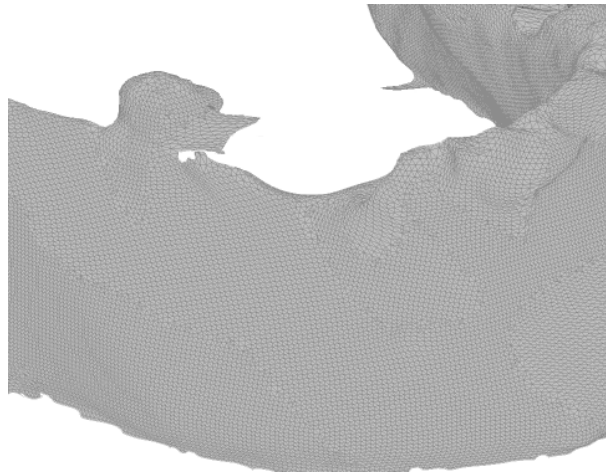


Fig. 37. Imagen de una malla creada por triangulación y "picos" de errores.

El problema que se plantea cuando se usa este tipo de escáneres, es en los casos en los que haga falta más de una toma del objeto, lo que crea varias mallas. El tratamiento informático posterior debe hacer que se superpongan puntos coincidentes para formar una única malla para representar el modelo al completo (Turk, 1994). Algunos autores han tratado de automatizar este proceso evitando que un operador deba marcar puntos coincidentes en varias mallas. En particular, Santamaría *et al.*, (2009), consiguieron muy buenos resultados al aplicar su técnica para obtener modelos 3D de diversos cráneos.

En la actualidad, este tipo de escáneres se están utilizando desde el campo de la documentación arquitectónica de Patrimonio (Mañana-Borrazás, 2008), hasta el campo de la Medicina con la reconstrucción de prótesis. Aunque en un principio, y debido a su gran precisión y calidad de detalle, estaban diseñados para el diseño, creación y modificación de piezas de ingeniería.

III: OBJETIVOS

El objetivo principal de la presente tesis doctoral es estudiar y analizar los patrones básicos de correspondencia entre los puntos craneométricos y los somatométricos en sujetos vivos de manera no invasiva, para realizar un identificación (ya sea positiva o negativa) por medio de la técnica de superposición craneofacial.

Para que los nuevos resultados obtenidos sean aplicables, debemos cumplir una serie de objetivos secundarios:

- Determinar si la tomografía computarizada es una tecnología apropiada, en cuanto a fiabilidad se refiere, para poder abordar el estudio de la correspondencia entre puntos.
- Comprobar si la definición de los puntos craneométricos se puede utilizar con la suficiente precisión usando dicha tecnología.
- Corroborar, de igual manera, que la definición de los puntos somatométricos es útil y aplicable con la tomografía computarizada.
- Determinar la relación espacial que existe entre los puntos craneométricos y somatométricos.

OBJETIVOS

- Conocer cómo se relacionan dichos puntos en la población mediterránea.
- Calcular el área espacial, determinada por el vector dependiente de cada punto craneométrico, que se corresponda con la ubicación del punto somatométrico.
- Comparar si mejoran los resultados de las identificaciones por superposición craneofacial, con los datos vectoriales obtenidos.
- Aportar datos cuantificables que permitan eliminar la subjetividad a la técnica de superposición fotográfica.

IV: MATERIAL Y MÉTODOS

IV.1: MATERIAL PARA EL ESTUDIO DE CORRESPONDENCIAS

Normalmente, los estudios de Antropología Física y Forense se realizan con restos de individuos que se suelen encontrar esqueletizados. En muy pocas ocasiones la muestra utilizada es de sujetos vivos. Los estudios realizados hasta la fecha, suelen ser sobre grupos poblacionales mixtos o sobre cadáveres; además, dichos trabajos se realizan con una muestra pequeña en la que normalmente consideran el índice de masa corporal como variable principal.

En este trabajo de investigación se ha realizado un estudio de la relación de los puntos del cráneo/cara de una población de procedencia mediterránea, de sexo y edad conocidos, con la finalidad de comprobar como se corresponden dichos puntos sobre sujetos vivos mediante tomografías computarizadas. Esta tecnología nos facilita la labor de comprobar directamente las distancias y las correspondencias espaciales entre puntos en un mismo individuo, con una técnica no invasiva, y sin que se puedan

MATERIAL Y MÉTODOS

obtener mediciones alteradas por la posible degradación que sucede en un individuo fallecido. Con este trabajo se han tomado las distancias directas entre los puntos definidos, desde el hueso hasta la piel, al contrario que la metodología utilizada hasta la fecha, en la que se ha calculado la distancia entre el punto somatométrico concreto hasta el relativo craneométrico (métodos de punción, o radiológico, entre otros).

Entre los sistemas de diagnóstico médico más recientes, como se ha mencionado con anterioridad, encontramos las Tomografías Axiales Computarizadas (TACs) y las Imágenes por Resonancia Magnética (RMIs). El principal problema de estas técnicas es lo caro que resultan los procesos de obtención de las imágenes y que no son de libre disposición (Phillips y Smuts, 1996; Vanezis y Vanezis, 2000; Niinimäki y Karttunen, 2007).

En el caso de los TACs existe un problema adicional: estas imágenes habitualmente no muestran el cráneo en su totalidad, sino una parte de él con el fin de minimizar la radiación a la que se somete al paciente. Normalmente las partes del cráneo examinado se dividen por regiones de estudio, lo que restringe el uso de escáneres faciales para los estudios de relación de tejidos blandos (Bellman *et al.*, 2007).

Otro de los problemas que se plantea a la hora de optar por los estudios con TACs, es que el paciente suele estar, en la mayoría de los estudios, en posición de decúbito supino. Mientras que algunos autores dudan de su precisión (Adams *et al.*, 2004), otros como Hildebot *et al.*, (1990), Rocha *et al.*, (2003); Cavalcanti *et al.*, (2004), Harun *et al.*, (2005), han analizado la fiabilidad de las mediciones tomadas en 3D-TC con las obtenidas con calibres. Dichos estudios concluyeron que los resultados son útiles cuando se utilizan imágenes de alta resolución (Kim *et al.*, 2005) y probaron que las medidas realizadas con TACs con grosores inferiores a 5 mm. y con el modo helicoidal, se pueden utilizar para medir con precisión las profundidades de los tejidos blandos faciales.

MATERIAL Y MÉTODOS

En este trabajo se han recopilado estudios procedentes de imágenes tomográficas de pacientes de los hospitales de Castilla La Mancha, Madrid y Andalucía (SESCAM), con la finalidad de elaborar una base de datos de una población mediterránea media.

El Laboratorio de Antropología Física de la Universidad de Granada ha sido dotado con una estación PACS (Picture Archiving and Communication System) para recepción y archivo de imágenes DICOM. Periódicamente son remitidos estudios tomográficos de los Servicios de Salud Centrales de Castilla La Mancha, previamente anonimizados. En la actualidad hay archivados más de 20.000 estudios de pacientes, pero sólo el 3% del total pertenecen al cráneo. Para limitar la muestra como de interés para este trabajo en términos de precisión, se han filtrado los estudios con especificaciones directas de imágenes TAC con un mínimo de 64 cortes, y mediante las siguientes codificaciones, que son las utilizadas habitualmente en los protocolos de pruebas diagnósticas tomográficas (códigos SERAM):

- | | |
|----------------------------------|-----------------------------------|
| ▮ TC cais/peñascos helicoidal | ▮ TC facial helicoidal |
| ▮ TC cais axial/coronal | ▮ TC mandíbula |
| ▮ TC cuello helicoidal | ▮ TC oído helicoidal |
| ▮ TC facial/orbital | ▮ TC órbitas helicoidal |
| ▮ TC cerebral helicoidal | ▮ TC peñascos helicoidal |
| ▮ TC columna cervical helicoidal | ▮ TC polígono angio |
| ▮ TC cráneo rutina | ▮ TC senos helicoidal |
| ▮ TC cráneo sin contraste | ▮ TC senos paranasales helicoidal |
| ▮ CTA | ▮ TC tórax |
| ▮ TC facial senos | |

MATERIAL Y MÉTODOS

El número total de individuos sobre los que se ha realizado este trabajo es de 500, con edades comprendidas entre 15 y 60 años, de ambos sexos. Las distribuciones por sexo y edad de la muestra están recogidas en las tablas 2 y 3, y representadas en la figura 38.

Tabla 2. Tomografías por grupos de edad y sexo.

Grupos de edad	Edades	Masculino	Femenino	Total
G1	15 - 19	43	18	61
G2	20 - 24	19	16	35
G3	25 - 29	30	12	42
G4	30 - 34	35	31	66
G5	35 - 39	32	26	58
G6	40 - 44	36	27	63
G7	45 - 49	32	31	63
G8	50 - 54	34	20	54
G9	55 - 60	30	28	58
TOTAL		291	209	500

MATERIAL Y MÉTODOS

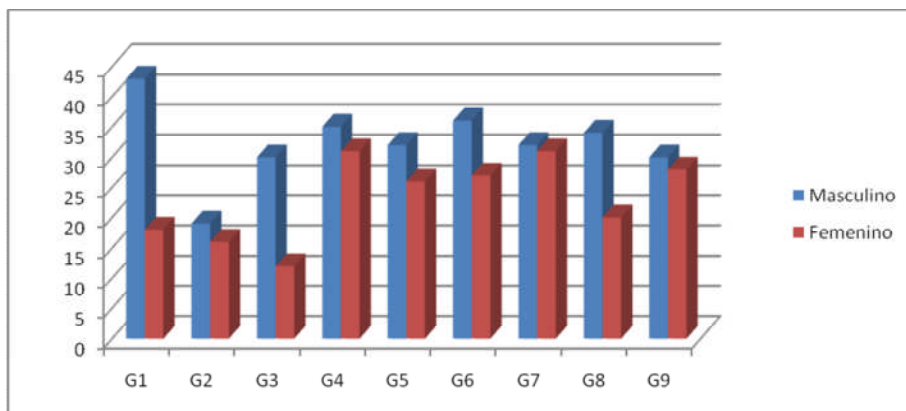


Fig. 38. Distribución de edades por sexo

Tabla 3. Media y desviación típica de la distribución de edades en cada grupo.

Grupos de edad	N	Media	Desviación típ.
G1	61	16,7	1,531
G2	35	21,54	1,400
G3	42	26,95	1,481
G4	66	32,18	1,323
G5	58	36,97	1,401
G6	63	41,75	1,470
G7	63	47,05	1,373
G8	54	51,94	1,459
G9	58	57,62	1,834

En las tabla 4 y 5 (masculino y femenino) se muestra cómo es la distribución de las medias de las edades por grupo de edad. Se puede observar cómo son valores más próximos al límite inferior de la edad del grupo, tanto para sexo masculino como femenino.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tabla 4. Media y desviación típica de la distribución de edades de sexo masculino en cada grupo.

Grupos de edad	N	Media	Desviación típ.
15 – 19	43	16,744	1,529
20 – 24	19	21,474	1,504
25 -29	30	26,767	1,547
30 – 34	35	32,086	1,292
35 – 39	32	36,938	1,435
40 – 44	36	41,944	1,567
45 – 49	32	47,063	1,268
50 – 54	34	52,265	1,463
55 – 60	30	57,333	1,882

Tabla 5. Media y desviación típica de la distribución de edades de sexo femenino en cada grupo.

Grupos de edad	N	Media	Desviación típ.
15 – 19	18	16,611	1,577
20 – 24	16	21,625	1,310
25 – 29	12	27,417	1,240
30 – 34	31	32,290	1,371
35 – 39	26	37	1,386
40 – 44	27	41,481	1,312
45 – 49	31	47,032	1,494
50 – 54	20	51,400	1,314
55 – 60	28	57,929	1,762

MATERIAL Y MÉTODOS

En la tabla 6 se muestra el número total de estudios que se han utilizado según el código de filtro de SERAM. En la representación gráfica de la figura 39 se puede observar que el mayor número de estudios disponible para nuestro trabajo corresponde a las zonas de los *senos paranasales* y *oído*, ambos con el sistema helicoidal.

Tabla 6. Número de estudios tomográficos por tipos/zonas.

Tipo/zona de estudio	N
Cais/peñascos helicoidal	9
Cais axial/coronal	2
Cerebral helicoidal	46
Col. Cervical helicoidal	4
Cráneo rutina	58
Cráneo sin contraste	31
CTA	1
Cuello helicoidal	42
Facial/órbita	8
Facial/Senos	1
Facial Helical	18
Mandíbula	1
Oído Helical	76
Órbitas Helical	22
Peñascos Helical	1
Polígono angio	1
Senos Helical	43
Senos Paranasales Helical	135
Tórax	1

MATERIAL Y MÉTODOS

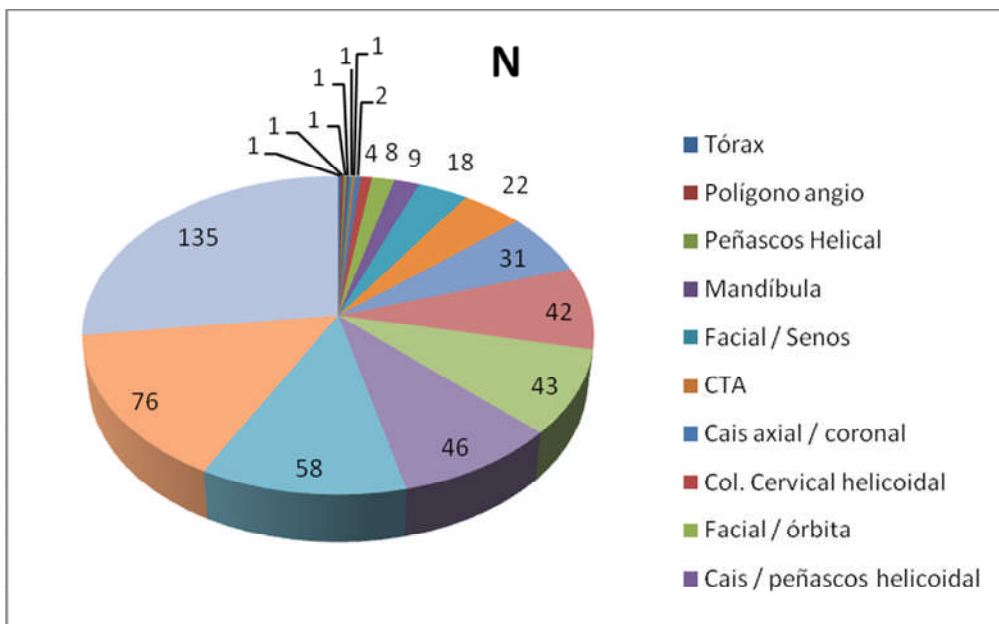


Fig. 39. Distribución de tipos de estudios tomográficos realizados.

La muestra total de los estudios tomográficos se ha analizado utilizando un programa de manejo de imagen dedicado a archivos DICOM creadas por equipos médicos, Osirix® para Mac. Dicho software ha sido diseñado específicamente para visualización y navegación de imágenes multidimensionales.

La visualización en 3D permite la renderización de superficies y de volúmenes, la reconstrucción multiplanar (MPR) y proyección de intensidad máxima (MIP).

IV.2: MATERIAL PARA CASOS PRÁCTICOS

El laboratorio de Antropología Física de la Universidad de Granada cuenta con un escáner de rango de superficie (VI-910 de Konica-Minolta) (Fig. 40), capaz de generar imágenes tridimensionales mediante una malla de elementos finitos. El escáner emite un haz de luz láser horizontal, cuyo reflejo es captado y procesado por la cámara, lo que genera un objeto tridimensional mediante triangulación. Cada exploración que realiza el láser analiza, a gran velocidad, 640 x 480 puntos con un rango de precisión de 8 micras.



Fig. 40. Escáner de rango de superficie Minolta VI-910.

MATERIAL Y MÉTODOS

También dispone de una plataforma giratoria (Fig. 41), controlada por ordenador sobre la que se colocan los elementos a escanear. Además cuenta con un software (Polygon Editing Tool Ver. 1.1) que incorpora el escáner, con el que se controlan los parámetros del escáner y de la plataforma giratoria. El software permite ajustar las medidas y la velocidad, ya que se puede variar del modo RÁPIDO al modo FINO (de 0,3 a 2,5 segundos respectivamente).



Fig. 41. Plataforma giratoria sobre la que se colocan los elementos para escanear.

La plataforma giratoria permite automatizar la adquisición de diversas vistas parciales del objeto de estudio. Para una correcta adquisición, cada vista parcial debe solaparse con la vista parcial que le precede y que le sucede en el modelo. Cuanto menor sea el ángulo de giro de la plataforma, mayor será la región de solapamiento y mayor también el número de vistas parciales necesarias para completar el modelo 3D.

Con el fin de completar, limpiar y montar con detalle el modelo obtenido, contamos con el paquete informático RapidForm 2004 de INUS Technology®. Es un software más completo y específico para trabajar con mallas formadas con miles de puntos, de una forma precisa y rápida. Este programa nos permite obtener las coordenadas espaciales de cada punto.

Además, el laboratorio trabaja en colaboración con la Guardia Civil, la Policía Científica y con el Instituto de Medicina Legal, con la finalidad, entre otros casos, de la identificación de restos óseos. Por este motivo, contamos con una muestra de cráneos y fotografías remitidos por estas instituciones, para realizar la identificación por superposición fotográfica.

MATERIAL Y MÉTODOS

IV.3: METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE TOMOGRAFÍAS

Los estudios de TACs recibidos en el laboratorio son almacenados en una estación PACS. Posteriormente, con el programa informático Osirix®, se visualizan uno a uno para comprobar la zona de estudio y la calidad de las imágenes. Una vez filtrados según estos criterios, se introducen en una base de datos, creada con el paquete informático SPSS v.15 (Statistical Package for the Social Sciences). Los datos de cada individuo se obtienen de la información contenida en un fichero “Meta Data” (fig. 42).

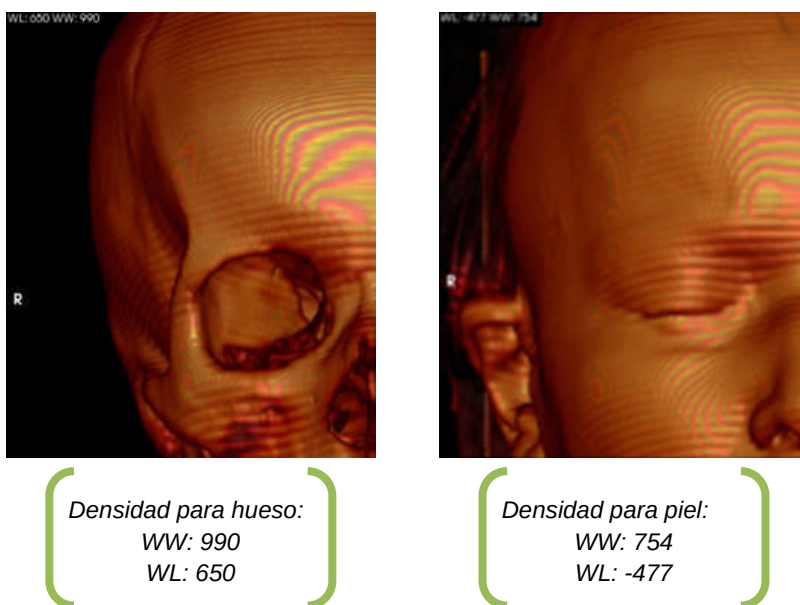
Nombre Campo	Etiqueta	Contenido
Y DICOMObject		
MetaElementGroupLength	0002.0000	196
FileMetaInformationVersion	0002.0001	
MediaStorageSOPClassUID	0002.0002	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.2
MediaStorageSOPInstanceUID	0002.0003	1.2.840.113619.2.55.3.604664290.656.1243846981.250.1
TransferSyntaxUID	0002.0010	1.2.840.10008.1.2.1
ImplementationClassUID	0002.0012	1.2.276.0.7230010.3.0.3.5.4
ImplementationVersionName	0002.0013	OFFIS_DCMTK_354
SpecificCharacterSet	0008.0005	ISO_IR_100
Y ImageType	0008.0008	
value		ORIGINAL
value		PRIMARY
value		AXIAL
InstanceCreationDate	0008.0012	20090604
InstanceCreationTime	0008.0013	103437
SOPClassUID	0008.0016	1.2.840.10008.5.1.4.1.1.2
SOPInstanceUID	0008.0018	1.2.840.113619.2.55.3.604664290.656.1243846981.250.1
StudyDate	0008.0020	20090604
SeriesDate	0008.0021	20090604
AcquisitionDate	0008.0022	20090604
ContentDate	0008.0023	20090604
StudyTime	0008.0030	103029
SeriesTime	0008.0031	103137
AcquisitionTime	0008.0032	103428
ContentTime	0008.0033	103437
AccessionNumber	0008.0050	XXX
Modality	0008.0060	CT
Manufacturer	0008.0070	GE MEDICAL SYSTEMS
InstitutionName	0008.0080	XXX
ReferringPhysiciansName	0008.0090	XXX
StationName	0008.1010	hvcstmui64
StudyDescription	0008.1030	TC TORACO-ABDOMINAL CO
NamedPhysiciansReadingStudy	0008.1060	DIEGUEZ TAPIAS
ManufacturersModelName	0008.1090	LightSpeed VCT
P-ReferencedStudySequence		1.2.840.10008.5.1.2.3.11.2.826.0.1.3680043.2.403.3.10.36.168.59.20090604094459.307223
P-ReferencedImageSequence		1.2.840.10008.5.1.4.1.1.21.2.840.113619.2.55.3.604664290.656.1243846981.248.2
DerivationDescription	0008.2111	RainDicomCs 1.4.0.11 - dcmcipec v3.5.4 - Lossless JPEG compression, selection value 1, point transform 0, compression ratio 2.9198
P-DerivationCodeSequence		121327DCMFull fidelity image, uncompressed or lossless compressed
Unknown	0009.0010	GENS_IDEN_01
Unknown	0009.1001	
Unknown	0009.1002	
Unknown	0009.1004	
Unknown	0009.1027	
PatientsName	0010.0010	XXX
PatientID	0010.0020	9342005
PatientsBirthDate	0010.0030	19410224
PatientsSex	0010.0040	F
PatientsAge	0010.1010	068Y
Contrast.BolusAgent	0018.0010	CONTRASTE IV
ScanOptions	0018.0022	HELICAL MODE
SliceThickness	0018.0050	2.500000
KVP	0018.0060	120

Fig. 42. Detalle de la información de la ventana de Meta Data.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizan los tipos de imágenes, la fecha de adquisición, la modalidad y los datos de los pacientes como la fecha de nacimiento, el sexo, la edad y el número de identificación de cada uno (ID).

Cada estudio se reproduce con una reconstrucción volumétrica, y se le aplican datos predeterminados de densidades de ventana (WW/WL) previamente fijados, para que la observación de cada uno sea siempre igual. Los parámetros de densidades para hueso y para piel están representados en las figuras 43 y 44.



Figs. 43 y 44. Parámetros de densidades en la reproducción volumétrica de TAC.

El primer paso que se ha dado ha sido abrir y comprobar cada uno de los estudios TAC con la finalidad de determinar cuáles son los más factibles de utilizar. Uno de los problemas que se ha planteado es que la finalidad de la tomografía es la de diagnosticar una patología de un individuo, lo que hace que la mayoría de los pacientes que se someten a este estudio tengan cualquier tipo de anomalía. En muchos de los casos alguna parte de la zona

MATERIAL Y MÉTODOS

de estudio suele estar alterada por una lesión, por lo que no se pueden obtener todos los puntos craneométricos.

Otro problema que surge al visualizar cada TAC es que las zonas sobre las que se hacen los estudios están muy acotadas para no radiar en exceso al paciente. Esto hace que sean pocos los casos con el cráneo/cara completos.

Todas las mediciones y la colocación de cada punto se han realizado siempre desde el hueso hasta la piel.

Una vez determinados los parámetros de densidad de hueso, se ha comprobado que la definición de cada punto se corresponde con el punto más fiable y fácil de situar en un estudio de TAC.

Se colocan los puntos craneométricos detallados con anterioridad (*glabella, nasion, etc*). La ventaja que nos proporciona la visualización de imágenes tomográficas es que no es necesario colocar el cráneo en el plano de Frankfurt, y que podemos ampliar (mediante la herramienta de “zoom”) la zona donde se colocará el punto. Al determinar cada punto craneométrico, el programa nos proporciona los datos de las coordenadas espaciales de cada uno (X, Y, Z), tanto en píxeles como en milímetros. Al tratarse de un trabajo de medición, en este caso hemos utilizado sólo los datos en milímetros.

De igual manera, una vez obtenidas las coordenadas de todos los puntos craneométricos, se visualiza el estudio con los parámetros de densidad de piel, y se realiza el mismo trabajo con cada punto somatométrico.

Se han realizado tres mediciones del total de los individuos por parte del autor para comprobar la posibilidad del error intraobservador. Posteriormente, un segundo investigador obtuvo las medidas de 50 individuos elegidos de forma aleatoria, con la finalidad de comprobar la existencia del error interobservador, no obteniéndose diferencias estadísticamente significativas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Inicialmente se ha dividido la muestra por sexos y por grupos de edad con un intervalo de 5 años. Se ha realizado un análisis descriptivo de los datos para obtener la media, la desviación estándar y los valores máximo y mínimo de la muestra.

Para determinar la diferencia entre posibles errores en mediciones y la fiabilidad de cada punto se ha utilizado un test de estimación de error experimental de Tukey (Bisquerra, 1989).

Para comprobar si existe diferencia significativa entre los grupos de edad de los individuos se ha utilizado el análisis de comparaciones múltiples ANOVA con el test de Bonferroni (Bisquerra, 1989).

Con el fin de analizar la distribución estadística de las coordenadas, se ha utilizado una representación por medio de gráficas de “box-plot” (Bisquerra, 1989). De esta manera se han detectado los errores en la colocación de los puntos, derivados de la proyección de imágenes tridimensionales sobre un plano bidimensional. En dicho sentido, la perspectiva puede llevar a error en la determinación de cada coordenada.

MATERIAL Y MÉTODOS

Existen diferentes alternativas para estudiar la relación entre cada punto en el cráneo y su correspondiente punto en la piel. En nuestro caso, optamos por definir dicha relación mediante un vector que nos proporcionará una dirección y sentido entre el par de puntos estudiados así como la magnitud o módulo del vector que cuantifica la distancia entre la pareja analizada. Concretamente, el vector queda definido mediante la expresión:

$$\vec{V}=(x_s-x_c, y_s-y_c, z_s-z_c)$$

Donde:

$\vec{V}$ es el vector con origen en el punto craneométrico y destino en el punto somatométrico.

x_s es el valor de la coordenada “x” en el punto de la piel/somatométrico

x_c es el valor de la coordenada “x” en el punto del hueso/craneométrico

y_s es el valor de la coordenada “y” en el punto de la piel/somatométrico

y_c es el valor de la coordenada “y” en el punto del hueso/craneométrico

z_s es el valor de la coordenada “z” en el punto de la piel/somatométrico

z_c es el valor de la coordenada “z” en el punto del hueso/craneométrico

Finalmente, la distancia que existe entre el par de puntos que definen el vector viene dada por el módulo vectorial:

$$d_{x,y,z}=\sqrt{(x_s-x_c)^2+(y_s-y_c)^2+(z_s-z_c)^2}$$

Donde:

$d_{x,y,z}$ es la magnitud o distancia final entre los puntos del hueso y la piel.

MATERIAL Y MÉTODOS

Las tres coordenadas de cada pareja de puntos (tanto craneométrico como somatométrico) se muestran como ejemplo en la tabla 7.

Tabla 7: coordenadas tridimensionales (X,Y,Z) de los puntos craneométricos y somatométricos; ejemplo con los puntos Sfz y Ec.

Punto craneométrico	Coordenadas tridimensionales		
Sfz (izq)	$Sfz i_x$	$Sfz i_y$	$Sfz i_z$
Sfz (dch)	$Sfz d_x$	$Sfz d_y$	$Sfz d_z$
Da (izq)	Dai_x	Dai_y	Dai_z
Da (dch)	Dad_x	$Da d_y$	Dad_z

IV.4: METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE LA SUPERPOSICIÓN CRANEOFACIAL

A la hora de realizar una identificación por superposición craneofacial, se han de establecer índices y proporciones para medir distancias entre puntos, tanto en la cara como en el cráneo. Además, es conveniente ayudarse de figuras geométricas para relacionar los puntos de referencia. Es muy aconsejable disponer de un amplio número de fotografías en las que se fundamente la decisión de identificación final. No obstante, dicha disponibilidad dependerá de cada caso de estudio. El uso de un escáner tridimensional puede facilitar y agilizar la tarea de la superposición (Alemán *et al.*, 2008).

Para realizar el escaneo de un objeto, en este caso un cráneo, se coloca sobre la plataforma giratoria. Se ha determinado como parámetro de giro 45°; de esta manera se obtienen 8 vistas parciales del cráneo con datos suficientes para que se solapen zonas coincidentes entre capas, lo que posibilita obtener el modelo 3D preciso.

Una vez obtenidos los 360° del objeto, se adquieren imágenes de la parte superior e inferior del cráneo para completar el modelo; además de una imagen fija en norma frontal, para conseguir detalles del interior de las órbitas y de la abertura piriforme.

El tiempo de cada toma es de 3 segundos aproximadamente, ya que el escáner realiza tres barridos de láser para crear finalmente una malla con la media de cada barrido. Además, el propio aparato tiene integrada una cámara, que hace una fotografía en cada escaneo, gracias a la cual se le

MATERIAL Y MÉTODOS

proporciona textura y color a la malla creada. Para obtener un modelo con calidad y que no tenga zonas sin malla de puntos, se deben controlar los parámetros de intensidad de láser y la distancia al objeto en cada escaneo.

Una vez completado el escaneo del objeto, se exportan las imágenes como archivos independientes al software RapidForm 2004®. Antes de unir las vistas parciales, es necesario “limpiarlas”, es decir, eliminar de cada una de ellas todos los elementos que haya captado el láser y que no forman parte del cráneo. Todo esto se hace mediante las funciones “Select Vertex” y “Delete” de RapidForm. Después hay que suavizar los contornos de cada una de las imágenes con objeto de no considerar los vértices o mallas que no sean reales, sino fruto de perspectiva de cada escaneo. Para ello se usa la función “Smooth Shell” del software. También pueden surgir pequeños huecos creados por sombras o zonas oscuras donde el láser no haya podido incidir. En este caso los huecos se eliminan con la herramienta “Fill Holes”.

Al tomar la fotografía con la cámara integrada, es frecuente que haya un cambio de luces, de intensidad, o alguna sombra. Por tanto, al tratar de unir las vistas parciales, el color y la textura de las mismas resulten diferentes. Para solucionar este problema y que el aspecto del modelo 3D sea lo más parecido al cráneo, se hace un ajuste de brillo, contraste e incluso se clonan colores entre vistas parciales contiguas. Para este proceso se utilizan las funciones: “Adjust Brightness & Contrast”, “Edit Level Curves” o “Copy Texture From Other Shell”.

Una vez preparadas las capas hay que juntarlas y “coserlas”¹. Puede ocurrir que la alineación no sea correcta, o que necesitemos unir las vistas calota, base o frontal. Para ello, usamos la función “Register – 2 Shell- Initial”.

¹ Técnicamente, este proceso se denomina registrado de imágenes dentro del ámbito de la visión por ordenador de la inteligencia artificial.

MATERIAL Y MÉTODOS

Tras la preparación y unión de todas las vistas parciales, sólo resta integrarlas como una única imagen 3D con la función “Merge – Meshes – Surface”.

De esta manera se obtiene un modelo 3D del cráneo a escala real. Se recomienda rotar dicho modelo de forma que se ajuste a los parámetros del eje de coordenadas espaciales de las TAC (fig. 42 coincidente con las coordenadas en visión de “Bottom View”), mediante la función “Edit - Transform – Shell Trackball” para que los datos (X, Y, Z) adquiridos mediante el escáner de rango sean comparables y extrapolables respecto a los de las TACs.

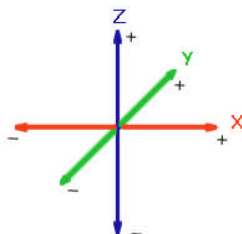


Fig. 42. Posición del eje de coordenadas en las TACs.

El paso siguiente es colocar el modelo 3D del cráneo en el plano de Frankfurt, con la ayuda de la herramienta “Ref. Geometry – Create Point- Pick Point” con la que marcaremos un punto en cada *porion* y en el orbital izquierdo. A continuación, crearemos un plano horizontal que pase por los tres puntos con el comando “Ref. Geometry – Plane – Input 3 Points”, cuyas coordenadas obtendremos desplegando las características de cada punto señalado anteriormente. Finalmente, se coloca el plano como paralelo a la malla de horizonte (grid) y se marcan cada uno de los puntos craneométricos.

V: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los estadísticos obtenidos, que reflejan las características de la muestra estudiada. Para ello, se distinguen en seis apartados:

- ***V.1. Coordenadas espaciales:***

Indicamos las coordenadas que nos proporcionan la posición en el espacio (X, Y, Z) de cada punto craneométrico y somatométrico.

- ***V.2. Análisis de coordenadas espaciales:***

Haremos un estudio de la distribución de coordenadas de los puntos.

- ***V.3. Análisis modular:***

Estudiaremos si existen diferencias significativas entre los grupos de edad estudiados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

- ***V.4. Resultados modulares:***

Reflejan las distancias existentes entre los puntos.

- ***V.5. Interpretación gráfica de los resultados:***

Muestra en una serie de figuras el resultado de aplicar los módulos vectoriales.

- ***V.6. Aplicaciones prácticas:***

Demuestran la utilidad práctica de los resultados anteriores.

V.1: COORDENADAS ESPACIALES

Los individuos se han separado por sexo y por grupos de edad en rangos de 5 años, con la finalidad de comprobar si en la muestra hay diferencias significativas por pares de puntos (cráneo–piel), tanto en sus coordenadas espaciales como en las distancias obtenidas, en función de estos criterios.

El cálculo vectorial dado por la relación de los puntos craneométricos y somatométricos es uno de los objetivos principales de este trabajo. Por lo tanto, expondremos las coordenadas de cada punto, como se detalla en las tablas 8 a 57.

En las tablas 32 a 37 se muestran los datos de las coordenadas de los puntos *nasoespinale* (ns), espina nasal anterior (ENA) y *subnasale* (sn). Se demuestra que el punto ENA es más fiable, ya que la distancia es menor y más perpendicular. Major *et al.*, (1996) y Romero Guía (2004) citan que es más fácil de identificar y marcar en imágenes digitales, aunque no siempre se encuentra en hueso seco, ya que puede estar fragmentado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 8: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **sfz** de la órbita izquierda para el sexo masculino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	37	47,603	-65,455	-72,588	6,588	12,588	237,658
20-24	17	51,025	-72,298	-341,628	5,037	9,061	281,664
25-29	28	53,070	-74,966	-132,190	6,508	18,607	272,230
30-34	33	51,935	-74,184	-172,974	7,165	13,462	355,421
35-39	27	50,389	-71,759	-202,232	6,517	18,956	336,592
40-44	32	52,033	-76,244	-302,872	6,867	11,631	357,172
45-49	28	50,452	-72,876	-151,730	6,123	14,697	367,876
50-54	28	48,341	-69,929	-245,405	7,832	12,095	269,437
55-60	24	48,863	-71,976	-277,266	6,564	15,017	319,486

Tabla 9: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **ec** de la órbita izquierda para el sexo masculino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	37	46,824	-68,346	-81,498	6,571	11,537	237,872
20-24	17	49,885	-74,746	-350,656	5,500	7,301	282,163
25-29	28	51,988	-78,288	-142,094	6,674	18,360	272,538
30-34	33	51,568	-77,273	-182,890	7,244	13,070	355,070
35-39	27	49,112	-73,628	-212,036	6,688	18,049	337,011
40-44	32	50,716	-79,728	-312,868	7,746	10,398	356,529
45-49	28	49,630	-76,596	-161,484	6,523	13,911	368,118
50-54	28	46,573	-75,238	-254,941	7,454	10,986	269,517
55-60	24	46,596	-77,373	-287,178	6,994	14,595	319,228

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 10: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **sfz** de la órbita izquierda para el sexo femenino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	18	45,225	-63,700	-331,369	7,471	13,944	257,405
20-24	15	48,749	-63,607	-307,605	6,913	15,654	267,784
25-29	11	47,121	-71,897	-176,391	4,940	12,031	277,054
30-34	29	50,962	-64,592	-202,524	5,349	11,464	281,518
35-39	25	48,964	-68,722	-284,766	4,758	17,217	330,926
40-44	24	48,904	-62,080	-260,288	5,281	9,910	354,155
45-49	28	46,194	-67,634	-241,951	4,695	10,568	342,641
50-54	20	50,156	-73,926	-270,822	3,596	10,126	417,397
55-60	27	47,717	-71,922	-225,956	7,611	15,698	443,696

Tabla 11: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **ec** de la órbita izquierda para el sexo femenino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	18	45,086	-64,826	-341,655	7,945	13,799	257,172
20-24	15	48,405	-63,912	-318,305	6,472	15,612	268,940
25-29	11	46,705	-74,743	-186,663	5,000	10,354	277,010
30-34	29	49,595	-67,040	-212,634	6,081	10,818	282,051
35-39	25	47,182	-71,081	-294,714	4,748	17,346	329,798
40-44	24	47,568	-65,155	-270,584	5,193	9,553	354,972
45-49	28	45,151	-70,117	-253,688	4,876	10,449	342,937
50-54	20	49,018	-76,470	-281,755	4,284	9,795	417,787
55-60	27	45,841	-76,193	-237,041	8,405	15,581	443,604

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 12: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **sfz** de la órbita derecha para el sexo masculino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	32	-47,710	-63,963	-68,613	6,579	12,004	235,612
20-24	16	-44,694	-74,690	-366,449	10,381	12,861	276,448
25-29	29	-44,783	-75,505	-147,241	7,981	17,511	277,903
30-34	32	-48,099	-74,068	-198,543	7,019	12,909	364,050
35-39	27	-46,471	-70,934	-203,688	5,635	18,271	337,479
40-44	32	-47,099	-74,963	-286,308	6,890	12,100	358,737
45-49	27	-48,660	-73,103	-159,454	5,662	14,712	373,456
50-54	30	-49,009	-68,944	-266,174	6,967	16,296	269,645
55-60	26	-48,692	-72,953	-294,523	6,707	17,214	312,802

Tabla 13: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **ec** de la órbita derecha para el sexo masculino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	32	-46,185	-66,964	-77,779	7,451	11,339	235,947
20-24	16	-43,499	-78,587	-375,146	7,775	11,107	276,702
25-29	29	-43,488	-79,107	-156,443	8,191	17,720	278,175
30-34	32	-47,157	-77,202	-208,006	7,488	12,759	363,579
35-39	27	-44,764	-73,879	-213,045	5,971	17,690	337,919
40-44	32	-45,519	-79,126	-296,251	6,832	11,934	358,029
45-49	27	-47,085	-77,679	-169,149	6,218	13,607	373,263
50-54	30	-47,176	-74,159	-275,396	7,740	15,919	269,582
55-60	26	-46,868	-78,234	-304,118	7,577	17,168	312,963

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 14: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **sfz** de la órbita derecha para el sexo femenino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	17	-45,411	-64,121	-351,432	7,386	13,765	252,056
20-24	15	-45,109	-62,545	-308,713	5,105	16,584	268,564
25-29	12	-47,374	-72,239	-149,850	5,225	13,432	280,820
30-34	30	-45,295	-62,705	-209,860	6,225	11,835	281,389
35-39	25	-46,010	-67,940	-286,682	4,503	16,384	331,836
40-44	25	-45,593	-62,957	-249,950	4,951	11,166	351,377
45-49	28	-46,895	-66,150	-260,199	4,458	11,300	340,583
50-54	18	-42,916	-74,509	-275,156	4,463	11,645	432,504
55-60	27	-45,131	-71,530	-227,587	6,447	14,706	443,798

Tabla 15: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **ec** de la órbita derecha para el sexo femenino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	17	-44,888	-65,719	-362,100	7,452	13,242	251,684
20-24	15	-44,061	-63,438	-319,249	5,269	16,282	269,401
25-29	12	-46,058	-74,730	-160,131	4,930	12,054	280,646
30-34	30	-43,996	-65,457	-220,056	5,764	10,798	281,553
35-39	25	-43,964	-70,884	-297,304	4,677	16,502	331,342
40-44	25	-43,762	-66,531	-260,499	5,887	10,525	351,534
45-49	28	-45,704	-68,831	-271,277	5,155	10,467	340,853
50-54	18	-41,374	-77,039	-286,228	5,303	10,928	432,621
55-60	27	-43,524	-75,549	-237,805	5,924	14,459	444,246

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 16: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **da** de la órbita izquierda para el sexo masculino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	26	-10,235	-74,292	-118,797	8,855	12,889	272,490
20-24	14	-8,858	-87,349	-364,533	15,010	10,630	250,098
25-29	25	-4,429	-89,450	-178,870	8,742	20,120	286,914
30-34	30	-5,365	-88,075	-216,085	7,246	13,579	368,928
35-39	27	-5,650	-83,976	-205,900	6,826	19,495	336,931
40-44	32	-4,633	-89,132	-287,772	7,967	11,578	357,617
45-49	27	-6,417	-86,453	-160,547	6,240	15,377	372,907
50-54	27	-8,498	-80,575	-257,443	7,196	16,282	267,983
55-60	23	-7,105	-83,826	-264,871	6,764	17,120	318,190

Tabla 17: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **en** de la órbita izquierda para el sexo masculino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	26	-18,912	-75,082	-124,654	7,292	11,239	272,714
20-24	14	-17,394	-85,336	-372,747	12,433	9,939	251,276
25-29	25	-13,486	-87,882	-186,945	8,575	18,934	288,255
30-34	30	-14,956	-85,427	-224,703	7,136	12,789	369,460
35-39	27	-14,512	-80,611	-213,947	6,539	17,806	337,836
40-44	32	-14,539	-86,803	-296,410	8,455	11,129	358,122
45-49	27	-16,101	-85,100	-169,449	6,058	13,510	373,544
50-54	27	-18,434	-80,599	-265,527	7,289	14,376	269,323
55-60	23	-17,711	-83,019	-273,806	6,856	15,033	318,971

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 18: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **da** de la órbita izquierda para el sexo femenino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	15	-7,869	-73,475	-404,441	7,760	12,204	225,269
20-24	14	-6,146	-73,553	-335,676	5,081	14,972	261,793
25-29	12	-8,551	-84,105	-154,264	6,282	12,608	279,430
30-34	27	-4,554	-76,903	-221,054	6,886	9,503	285,762
35-39	25	-5,705	-80,939	-289,303	4,548	17,476	331,140
40-44	25	-5,556	-74,294	-253,428	6,152	10,658	350,652
45-49	26	-7,057	-78,913	-290,003	5,416	11,122	336,964
50-54	19	-3,629	-86,881	-288,433	4,659	11,401	423,405
55-60	25	-4,722	-83,755	-253,639	7,369	13,442	452,150

Tabla 19: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **en** de la órbita izquierda para el sexo femenino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	15	-15,984	-71,525	-411,370	7,521	13,110	225,626
20-24	14	-15,152	-70,974	-343,010	6,081	15,386	262,630
25-29	12	-17,923	-83,029	-161,154	6,657	11,709	281,335
30-34	27	-13,682	-75,296	-228,337	6,715	9,224	286,813
35-39	25	-14,781	-78,223	-297,766	4,778	16,397	331,716
40-44	25	-14,750	-73,305	-260,966	5,877	9,612	351,294
45-49	26	-16,561	-77,371	-298,730	5,000	10,996	337,265
50-54	19	-12,956	-84,412	-296,661	5,733	11,570	423,296
55-60	25	-14,753	-82,154	-262,154	7,393	13,885	452,655

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 20: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **da** de la órbita derecha para el sexo masculino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	26	-10,235	-74,292	-118,797	8,855	12,889	272,490
20-24	14	-8,858	-87,349	-364,533	15,010	10,630	250,098
25-29	25	-4,429	-89,450	-178,870	8,742	20,120	286,914
30-34	30	-5,365	-88,075	-216,085	7,246	13,579	368,928
35-39	27	-5,650	-83,976	-205,900	6,826	19,495	336,931
40-44	32	-4,633	-89,132	-287,772	7,967	11,578	357,617
45-49	27	-6,417	-86,453	-160,547	6,240	15,377	372,907
50-54	27	-8,498	-80,575	-257,443	7,196	16,282	267,983
55-60	23	-7,105	-83,826	-264,871	6,764	17,120	318,190

Tabla 21: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **en** de la órbita derecha para el sexo masculino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	26	-18,912	-75,082	-124,654	7,292	11,239	272,714
20-24	14	-17,394	-85,336	-372,747	12,433	9,939	251,276
25-29	25	-13,486	-87,882	-186,945	8,575	18,934	288,255
30-34	30	-14,956	-85,427	-224,703	7,136	12,789	369,460
35-39	27	-14,512	-80,611	-213,947	6,539	17,806	337,836
40-44	32	-14,539	-86,803	-296,410	8,455	11,129	358,122
45-49	27	-16,101	-85,100	-169,449	6,058	13,510	373,544
50-54	27	-18,434	-80,599	-265,527	7,289	14,376	269,323
55-60	23	-17,711	-83,019	-273,806	6,856	15,033	318,971

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 22: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **da** de la órbita derecha para el sexo femenino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	15	-7,869	-73,475	-404,441	7,760	12,204	225,269
20-24	14	-6,146	-73,553	-335,676	5,081	14,972	261,793
25-29	12	-8,551	-84,105	-154,264	6,282	12,608	279,430
30-34	27	-4,554	-76,903	-221,054	6,886	9,503	285,762
35-39	25	-5,705	-80,939	-289,303	4,548	17,476	331,140
40-44	25	-5,556	-74,294	-253,428	6,152	10,658	350,652
45-49	26	-7,057	-78,913	-290,003	5,416	11,122	336,964
50-54	19	-3,629	-86,881	-288,433	4,659	11,401	423,405
55-60	25	-4,722	-83,755	-253,639	7,369	13,442	452,150

Tabla 23: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **en** de la órbita derecha para el sexo femenino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	15	-15,984	-71,525	-411,370	7,521	13,110	225,626
20-24	14	-15,152	-70,974	-343,010	6,081	15,386	262,630
25-29	12	-17,923	-83,029	-161,154	6,657	11,709	281,335
30-34	27	-13,682	-75,296	-228,337	6,715	9,224	286,813
35-39	25	-14,781	-78,223	-297,766	4,778	16,397	331,716
40-44	25	-14,750	-73,305	-260,966	5,877	9,612	351,294
45-49	26	-16,561	-77,371	-298,730	5,000	10,996	337,265
50-54	19	-12,956	-84,412	-296,661	5,733	11,570	423,296
55-60	25	-14,753	-82,154	-262,154	7,393	13,885	452,655

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 24: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **g** para el sexo masculino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	35	0,113	-89,780	-40,305	7,812	13,959	202,028
20-24	17	2,561	-98,076	-331,969	6,574	12,764	282,714
25-29	24	4,788	-98,283	-130,800	8,824	14,053	279,012
30-34	29	1,007	-100,222	-201,784	6,299	13,189	273,424
35-39	22	1,868	-94,762	-197,277	7,048	19,872	355,434
40-44	27	1,877	-102,416	-234,816	8,534	13,041	376,529
45-49	24	1,738	-98,597	-173,839	5,596	13,985	341,012
50-54	26	-0,090	-90,074	-256,344	7,387	19,068	267,503
55-60	21	-0,221	-93,175	-235,245	6,348	16,749	330,505

Tabla 25: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **g'** para el sexo masculino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	35	0,049	-95,633	-43,838	8,083	13,395	202,145
20-24	17	3,091	-104,014	-334,128	6,429	12,451	283,344
25-29	24	5,143	-104,055	-133,582	8,882	13,924	278,718
30-34	29	1,442	-106,474	-203,421	6,136	12,747	272,732
35-39	22	2,343	-100,440	-199,491	7,034	19,509	355,896
40-44	27	2,286	-108,286	-238,125	8,794	12,326	376,161
45-49	24	2,017	-104,803	-175,500	5,798	14,175	340,832
50-54	26	-0,095	-96,321	-257,847	7,631	18,728	267,338
55-60	21	-0,047	-99,309	-236,946	6,309	17,058	331,007

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 26: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **g** para el sexo femenino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	16	-0,004	-86,928	-364,216	8,305	13,086	240,859
20-24	12	1,604	-86,515	-339,054	5,754	15,172	262,997
25-29	9	0,004	-92,459	-219,411	5,975	14,940	279,343
30-34	26	3,869	-87,315	-197,166	5,590	12,652	285,383
35-39	23	2,024	-90,819	-258,440	4,852	15,889	340,852
40-44	23	2,191	-84,287	-211,476	5,258	11,028	347,558
45-49	23	-0,401	-87,622	-253,080	4,441	11,367	350,031
50-54	18	3,502	-96,921	-236,109	3,974	11,740	433,520
55-60	22	2,527	-94,482	-217,127	7,678	15,946	480,022

Tabla 27: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **g'** para el sexo femenino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	16	0,137	-92,004	-368,043	8,511	13,013	241,151
20-24	12	1,985	-91,541	-342,834	5,687	15,995	262,994
25-29	9	0,174	-97,600	-222,644	6,284	13,927	279,584
30-34	26	4,035	-92,567	-200,028	5,726	12,345	285,608
35-39	23	2,277	-96,111	-261,050	4,922	15,825	340,062
40-44	23	2,691	-89,870	-213,173	5,244	10,991	347,859
45-49	23	-0,227	-93,155	-255,332	4,706	11,230	349,689
50-54	18	3,947	-103,002	-238,154	4,162	11,336	433,101
55-60	22	3,133	-100,811	-220,422	8,103	16,302	480,011

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 28: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **n** para el sexo masculino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	28	0,031	-84,703	-79,353	7,783	13,809	258,702
20-24	15	2,516	-95,157	-334,889	6,634	10,998	260,316
25-29	26	3,942	-97,931	-166,837	8,338	18,683	284,066
30-34	31	1,143	-95,754	-168,431	6,101	12,014	362,969
35-39	23	2,103	-89,152	-198,118	6,872	19,050	350,955
40-44	29	2,368	-97,483	-282,592	7,969	12,200	366,853
45-49	26	1,201	-92,633	-140,653	6,032	15,713	373,296
50-54	23	-0,467	-88,619	-299,138	7,461	17,707	264,598
55-60	23	0,317	-89,845	-266,037	6,766	15,520	324,420

Tabla 29: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **n'** para el sexo masculino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	28	0,355	-90,692	-66,304	8,311	13,425	244,961
20-24	15	3,063	-100,840	-342,103	6,809	10,201	260,728
25-29	26	4,205	-104,295	-174,375	8,361	18,715	284,927
30-34	31	1,454	-102,491	-175,515	6,080	12,028	362,847
35-39	23	2,487	-94,986	-205,726	7,008	17,776	350,783
40-44	29	2,766	-104,512	-288,732	8,310	11,390	367,222
45-49	26	1,680	-99,325	-147,861	6,326	15,448	372,800
50-54	23	-0,406	-95,879	-305,318	7,907	16,529	265,148
55-60	23	0,511	-96,936	-271,997	7,008	15,576	325,500

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 30: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **n** para el sexo femenino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	16	-0,089	-81,383	-374,351	7,987	12,304	241,744
20-24	11	2,147	-81,057	-380,478	5,594	15,921	250,342
25-29	8	0,538	-92,463	-247,006	6,008	9,317	299,034
30-34	27	3,560	-83,418	-217,621	5,378	12,018	286,496
35-39	23	1,843	-86,686	-287,860	4,625	15,986	338,050
40-44	24	2,213	-80,470	-236,869	5,069	9,993	354,075
45-49	25	-0,773	-84,360	-231,360	4,597	10,762	351,012
50-54	18	3,689	-92,681	-273,586	4,172	11,544	432,857
55-60	23	2,548	-89,334	-231,153	7,029	14,166	467,562

Tabla 31: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **n'** para el sexo femenino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	16	-0,105	-86,884	-381,576	8,090	12,416	241,558
20-24	11	2,597	-85,931	-387,788	5,434	15,996	250,380
25-29	8	0,531	-96,766	-254,748	6,226	9,052	297,502
30-34	27	3,540	-88,833	-224,685	5,334	11,691	287,400
35-39	23	2,140	-92,368	-294,581	4,744	16,052	338,228
40-44	24	2,617	-86,315	-242,230	5,064	9,738	353,571
45-49	25	-0,783	-89,733	-238,323	4,792	10,186	351,377
50-54	18	3,895	-98,362	-281,235	4,242	11,152	433,331
55-60	23	3,089	-96,088	-227,376	7,272	14,577	475,516

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 32: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **ns** para el sexo masculino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	9	-3,084	-85,498	-298,808	6,863	13,093	380,859
20-24	6	3,640	-74,990	-450,842	5,277	6,729	286,385
25-29	12	3,660	-84,368	-256,583	7,398	20,733	329,878
30-34	16	3,524	-79,788	-323,997	6,129	10,466	361,536
35-39	15	2,740	-73,657	-213,169	8,738	15,471	486,583
40-44	14	-1,321	-84,096	-131,376	5,629	12,420	376,159
45-49	12	1,993	-85,290	-83,645	6,864	10,610	477,487
50-54	14	-0,178	-82,064	-387,389	12,034	13,495	287,609
55-60	11	3,067	-88,325	-344,615	9,608	17,067	287,882

Tabla 33: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **ENA** para el sexo masculino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	9	-1,076	-94,900	-300,394	7,542	14,490	381,382
20-24	6	3,595	-83,217	-453,840	5,672	5,640	288,016
25-29	12	3,872	-91,003	-259,258	7,557	19,566	329,430
30-34	16	4,016	-88,172	-326,084	6,170	10,007	361,340
35-39	15	3,019	-82,213	-215,587	8,921	16,256	487,216
40-44	14	-1,488	-93,431	-132,572	5,253	13,623	375,659
45-49	12	1,862	-93,510	-84,433	6,770	12,346	478,296
50-54	14	-0,044	-89,281	-387,385	12,615	13,215	286,737
55-60	11	3,023	-95,696	-345,487	9,681	17,473	288,580

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 34: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **sn** para el sexo masculino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	9	-1,721	-106,164	-303,503	8,226	12,718	382,239
20-24	6	3,143	-96,567	-456,232	5,628	6,970	286,408
25-29	12	3,854	-104,391	-263,460	8,104	20,484	329,421
30-34	16	3,933	-100,403	-331,135	5,548	11,537	360,704
35-39	15	3,208	-94,475	-220,568	9,233	16,731	488,058
40-44	14	-1,266	-104,201	-137,459	5,441	13,316	373,658
45-49	12	2,343	-104,856	-88,469	7,240	10,495	479,083
50-54	14	-0,296	-100,504	-391,568	13,376	14,136	284,612
55-60	11	3,261	-105,881	-352,046	10,166	18,846	288,692

Tabla 35: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **ns** para el sexo femenino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	10	-0,136	-68,318	-433,289	7,467	17,381	227,630
20-24	8	3,019	-69,990	-298,480	3,309	27,263	287,961
25-29	5	1,978	-82,242	-209,788	5,534	14,967	345,456
30-34	12	2,235	-69,984	-321,010	6,334	13,608	304,308
35-39	13	4,012	-72,076	-463,997	4,854	18,599	198,599
40-44	10	2,631	-73,111	-278,410	5,355	19,845	323,720
45-49	9	-0,368	-69,100	-255,036	3,055	8,967	482,857
50-54	8	4,871	-76,774	-308,380	4,645	11,737	473,708
55-60	8	2,271	-83,086	-269,363	6,382	20,759	489,025

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 36: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **ENA** para el sexo femenino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	10	0,145	-75,438	-435,422	7,513	18,170	227,788
20-24	8	3,216	-78,803	-301,741	3,351	28,580	289,015
25-29	5	2,322	-89,316	-212,354	4,947	15,089	344,817
30-34	12	1,941	-76,808	-323,715	6,443	13,511	303,565
35-39	13	4,275	-78,623	-465,112	4,741	18,456	198,677
40-44	10	2,940	-79,964	-279,379	5,305	19,979	323,383
45-49	9	-0,057	-76,038	-256,246	3,302	9,435	483,315
50-54	8	5,009	-85,164	-309,041	4,485	12,525	474,208
55-60	8	2,106	-89,695	-269,856	6,615	20,275	488,897

Tabla 37: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **sn** para el sexo femenino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	10	-0,261	-85,738	-440,823	7,093	18,633	228,333
20-24	8	3,595	-87,553	-307,140	3,615	28,734	288,911
25-29	5	1,996	-99,202	-218,510	5,325	13,687	344,651
30-34	12	1,998	-85,742	-328,968	6,508	14,708	304,314
35-39	13	5,030	-88,211	-470,372	4,722	18,632	197,709
40-44	10	2,888	-91,157	-284,754	5,953	20,478	322,103
45-49	9	-1,058	-85,314	-260,899	3,500	9,232	482,896
50-54	8	5,341	-94,526	-314,428	5,419	13,964	472,958
55-60	8	2,429	-99,565	-275,464	7,178	21,084	487,546

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 38: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **al** izquierdo para el sexo masculino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	12	7,772	-82,417	-210,756	7,656	12,021	359,942
20-24	8	14,118	-79,124	-399,580	6,027	6,456	289,700
25-29	17	14,419	-81,959	-172,243	6,659	18,102	299,242
30-34	21	14,846	-82,810	-297,495	6,068	15,397	337,398
35-39	18	13,865	-78,126	-229,213	8,332	16,750	454,736
40-44	17	12,226	-83,245	-59,272	4,737	11,263	453,049
45-49	17	13,085	-85,126	-158,203	6,748	16,370	440,859
50-54	20	12,441	-81,600	-377,462	9,917	12,213	276,394
55-60	15	13,285	-87,146	-389,895	7,653	16,341	262,466

Tabla 39: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **al'** izquierdo para el sexo masculino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	12	13,580	-89,973	-215,533	7,969	12,636	360,813
20-24	8	20,176	-86,061	-406,155	5,691	6,089	291,120
25-29	17	20,731	-88,354	-180,315	6,808	18,054	298,590
30-34	21	21,703	-89,249	-305,308	6,155	16,346	337,540
35-39	18	20,428	-84,256	-236,822	8,529	16,555	455,443
40-44	17	16,958	-90,173	-65,998	4,830	12,226	452,208
45-49	17	19,392	-91,928	-164,182	7,249	16,306	441,516
50-54	20	18,609	-87,846	-384,988	10,748	12,016	275,175
55-60	15	20,711	-92,533	-398,322	8,056	17,356	262,561

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 40: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **al** izquierdo para sexo el femenino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	10	10,867	-69,241	-476,836	9,024	17,325	187,344
20-24	11	13,517	-70,627	-370,650	4,946	23,688	280,005
25-29	5	12,978	-83,540	-200,798	5,462	15,901	344,845
30-34	13	12,743	-70,298	-291,544	6,665	12,219	301,386
35-39	14	14,729	-71,589	-424,471	4,993	17,345	221,859
40-44	12	13,525	-71,174	-229,838	5,416	17,488	307,443
45-49	14	12,751	-69,393	-330,630	4,421	8,848	406,139
50-54	8	15,734	-76,975	-299,334	4,042	10,295	473,498
55-60	13	13,736	-82,665	-224,548	6,133	16,826	501,785

Tabla 41: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **al'** izquierdo para el sexo femenino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	10	15,794	-74,536	-484,449	9,543	17,755	187,780
20-24	11	18,807	-75,156	-378,383	5,270	24,517	279,903
25-29	5	17,286	-88,616	-209,752	4,764	14,989	344,963
30-34	13	16,417	-75,234	-298,089	9,058	13,479	302,010
35-39	14	19,940	-76,531	-431,752	4,840	17,483	221,589
40-44	12	18,367	-76,918	-237,077	5,220	18,424	306,100
45-49	14	17,766	-75,224	-338,567	5,414	10,021	406,102
50-54	8	21,064	-81,966	-307,934	4,016	11,115	473,598
55-60	13	19,545	-87,644	-232,942	6,221	17,001	500,982

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 42: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **al** derecho para el sexo masculino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	12	-13,608	-82,083	-210,731	8,201	12,300	359,876
20-24	8	-10,063	-78,974	-399,495	4,831	7,470	289,980
25-29	17	-8,566	-82,525	-172,515	6,662	18,283	299,072
30-34	21	-9,061	-83,240	-297,487	6,342	15,312	337,883
35-39	18	-9,992	-77,779	-229,201	8,205	17,103	455,099
40-44	17	-12,966	-83,098	-58,589	4,952	10,589	452,743
45-49	17	-11,482	-85,510	-158,012	7,132	16,225	440,356
50-54	20	-11,672	-81,638	-377,672	10,076	12,767	276,275
55-60	15	-11,031	-87,959	-390,038	8,315	16,683	262,609

Tabla 43: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **al'** derecho para el sexo masculino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	12	-19,726	-90,803	-215,128	9,144	13,006	361,083
20-24	8	-15,820	-86,229	-406,704	5,045	7,955	292,464
25-29	17	-14,176	-89,346	-180,555	6,797	18,328	298,498
30-34	21	-15,121	-90,030	-305,907	6,315	16,420	337,936
35-39	18	-15,619	-84,385	-237,778	8,563	17,052	455,622
40-44	17	-18,572	-90,082	-66,494	5,042	11,432	451,469
45-49	17	-17,104	-92,785	-164,635	7,772	16,506	441,251
50-54	20	-17,925	-88,518	-385,695	10,440	12,645	275,557
55-60	15	-17,089	-94,711	-399,329	9,133	17,831	262,599

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 44: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **al** derecho para el sexo femenino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	10	-10,309	-70,563	-476,468	8,778	17,106	187,534
20-24	11	-9,686	-70,673	-370,386	5,163	23,679	280,734
25-29	5	-10,126	-83,806	-200,940	5,691	15,181	344,541
30-34	13	-9,658	-70,312	-291,328	6,159	11,979	301,875
35-39	14	-7,664	-72,058	-424,334	4,639	17,828	221,829
40-44	12	-9,665	-72,078	-229,632	4,685	17,135	306,900
45-49	14	-11,291	-69,361	-330,541	5,280	9,230	405,940
50-54	8	-7,081	-77,255	-299,564	4,726	11,343	473,841
55-60	13	-9,679	-82,650	-224,070	5,768	16,547	501,412

Tabla 45: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **al'** derecho para el sexo femenino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	10	-14,632	-75,600	-484,738	8,701	17,893	188,047
20-24	11	-13,482	-75,711	-379,146	4,889	24,560	279,854
25-29	5	-13,944	-88,974	-209,906	5,793	14,206	345,405
30-34	13	-14,956	-75,256	-298,398	6,711	13,297	302,658
35-39	14	-11,839	-77,728	-432,534	4,926	18,073	221,621
40-44	12	-14,016	-77,826	-237,528	5,205	18,458	305,978
45-49	14	-16,300	-75,341	-338,946	5,033	10,024	405,281
50-54	8	-11,691	-82,208	-308,210	5,900	11,670	472,980
55-60	13	-15,305	-88,135	-233,257	6,096	16,993	501,100

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 46: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **pr** para el sexo masculino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	7	-4,024	-89,333	-326,551	7,235	16,027	422,975
20-24	5	3,174	-86,076	-455,376	6,197	9,559	314,744
25-29	8	8,951	-99,691	-176,775	11,706	28,091	338,997
30-34	4	5,060	-78,110	-338,178	7,446	7,276	598,809
35-39	10	1,398	-79,790	-65,930	10,048	17,203	524,351
40-44	6	-1,215	-82,517	14,612	4,476	16,373	70,630
45-49	4	-0,338	-86,948	-75,730	6,923	14,724	310,690
50-54	3	-5,667	-85,957	-590,173	21,449	19,083	35,368
55-60	4	-1,780	-92,123	-73,915	8,023	16,609	313,370

Tabla 47: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **ls** para el sexo masculino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	7	-4,081	-104,466	-326,709	8,294	16,670	423,300
20-24	5	2,626	-100,826	-457,354	7,303	11,691	317,292
25-29	8	9,140	-113,096	-182,331	11,661	28,265	336,823
30-34	4	6,055	-92,333	-342,295	7,845	10,066	595,908
35-39	10	1,987	-92,772	-71,329	10,347	18,273	524,974
40-44	6	-0,708	-94,615	7,600	4,461	17,182	72,476
45-49	4	1,585	-100,830	-79,703	8,040	15,681	309,059
50-54	3	-7,340	-99,560	-590,377	23,504	18,963	30,478
55-60	4	-1,610	-104,325	-79,660	8,771	18,189	313,735

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 48: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **pr** para el sexo femenino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	8	-2,244	-68,724	-417,871	5,334	14,853	246,280
20-24	4	3,003	-80,663	-301,603	4,296	34,905	313,388
25-29	4	0,928	-85,760	-144,763	5,054	16,211	336,459
30-34	8	2,126	-65,191	-279,839	7,305	14,755	318,985
35-39	4	1,890	-61,960	-556,603	3,073	26,866	81,359
40-44	7	2,287	-81,690	-324,513	3,368	26,793	349,986
45-49	5	1,278	-75,034	-402,404	2,459	9,030	337,166
50-54	3	3,763	-77,737	-559,917	1,594	16,367	9,507
55-60	3	-4,143	-83,327	-249,820	5,655	12,796	330,979

Tabla 49: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **ls** para el sexo femenino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	8	-2,569	-81,695	-421,588	5,930	15,390	246,104
20-24	4	3,913	-92,850	-305,345	4,374	34,992	314,630
25-29	4	0,698	-95,663	-151,190	5,576	15,009	336,788
30-34	8	2,209	-76,158	-284,396	7,364	14,277	318,470
35-39	4	2,795	-74,295	-560,520	3,441	25,272	81,608
40-44	7	2,189	-92,364	-328,543	3,953	27,419	350,437
45-49	5	1,250	-85,248	-407,000	2,596	10,034	336,667
50-54	3	3,260	-88,837	-562,400	1,128	16,857	11,537
55-60	3	-3,970	-90,543	-257,017	7,351	11,377	331,410

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 50: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **pg** para el sexo masculino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	5	-4,222	-99,480	-304,200	9,424	14,517	502,294
20-24	4	0,278	-73,795	-278,030	3,233	22,723	404,523
25-29	5	13,316	-84,582	-96,440	13,321	24,333	332,218
30-34	4	6,815	-69,108	-381,713	7,124	15,574	599,871
35-39	9	0,968	-74,753	-187,410	10,032	33,935	470,782
40-44	3	-1,350	-81,387	5,847	3,814	19,084	72,551
45-49	5	1,566	-90,320	-103,172	6,100	21,428	546,944
50-54	5	1,126	-82,166	-672,828	14,359	18,921	129,806
55-60	7	1,660	-95,683	-318,101	9,448	25,564	336,248

Tabla 51: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **pg'** para el sexo masculino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	5	-4,066	-110,906	-300,618	10,030	14,110	503,037
20-24	4	-0,670	-86,018	-275,620	4,053	21,043	405,276
25-29	5	14,060	-97,906	-98,450	13,155	23,175	331,100
30-34	4	7,990	-82,788	-380,210	8,198	14,627	600,304
35-39	9	1,332	-86,988	-187,394	10,600	34,352	473,966
40-44	3	-0,857	-93,990	6,387	3,665	19,350	75,044
45-49	5	1,986	-103,390	-101,250	6,459	19,827	543,627
50-54	5	1,218	-95,264	-672,744	15,849	20,163	129,885
55-60	7	1,254	-106,001	-317,969	9,952	25,556	336,033

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 52: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **pg** para el sexo femenino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	3	1,580	-68,917	-248,113	3,414	10,728	326,655
20-24	2	0,520	-66,740	-334,815	3,748	61,094	409,563
25-29	2	1,130	-86,065	28,515	2,574	0,502	17,458
30-34	5	3,068	-63,196	-253,618	5,388	28,713	338,848
35-39	2	5,730	-62,695	-655,600	0,099	52,135	41,309
40-44	6	3,095	-80,135	-322,270	2,323	35,071	365,889
45-49	2	4,795	-74,045	-356,660	2,157	17,430	566,449
50-54	3	4,913	-73,220	-596,567	3,603	24,671	11,476
55-60	5	2,856	-71,744	-319,274	7,767	25,919	304,056

Tabla 53: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **pg'** para el sexo femenino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	3	1,553	-80,120	-248,623	3,468	11,941	322,664
20-24	2	1,180	-75,760	-334,565	4,186	63,809	410,454
25-29	2	1,085	-96,800	27,255	2,906	2,135	19,156
30-34	5	2,162	-74,128	-253,496	5,900	27,725	336,148
35-39	2	7,100	-73,775	-653,710	1,287	50,028	43,925
40-44	6	2,680	-90,092	-322,013	2,435	35,937	365,829
45-49	2	5,130	-83,450	-356,070	1,626	18,031	564,257
50-54	3	4,273	-86,173	-595,247	3,451	24,460	11,595
55-60	5	2,548	-83,222	-321,388	8,365	26,127	301,213

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 54: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **gn** para el sexo masculino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	3	-1,873	-84,097	-539,080	12,037	10,784	559,019
20-24	2	-3,280	-86,040	62,835	1,895	22,019	3,783
25-29	3	17,860	-96,597	-164,333	17,045	14,714	455,296
30-34	2	1,275	-79,780	-697,215	3,373	8,174	97,701
35-39	7	2,920	-73,754	-262,087	8,458	40,074	325,101
40-44	3	-1,457	-77,433	-2,000	3,924	20,938	73,441
45-49	4	-3,448	-96,645	-140,875	2,712	20,618	309,417
50-54	5	-3,788	-84,986	-680,626	19,519	21,619	131,004
55-60	6	0,538	-97,953	-365,933	10,355	21,441	349,877

Tabla 55: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **gn'** para el sexo masculino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	3	-3,113	-88,567	-545,367	13,930	8,058	560,568
20-24	2	-3,585	-85,295	55,145	2,708	28,079	3,033
25-29	3	17,623	-96,527	-173,717	16,823	16,421	456,085
30-34	2	0,910	-85,945	-703,630	2,249	10,062	95,459
35-39	7	3,234	-79,036	-268,689	8,574	41,843	325,271
40-44	3	-1,847	-80,907	-9,700	4,010	16,944	73,592
45-49	4	-3,830	-112,173	-222,390	3,198	8,374	333,463
50-54	5	-3,834	-91,974	-690,104	20,444	23,247	130,813
55-60	6	0,613	-102,432	-372,035	10,411	22,336	350,618

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 56: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **gn** para el sexo femenino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	2	-0,785	-70,050	-325,745	1,662	8,980	429,164
20-24	1	2,580	-16,090	-628,440			
25-29	2	1,370	-81,790	21,815	2,645	1,923	18,576
30-34	3	4,467	-80,073	-383,150	6,646	19,376	417,848
35-39	2	5,810	-59,145	-662,150	0,198	53,040	40,687
40-44	5	3,426	-79,378	-270,596	2,145	40,352	375,885
45-49	2	5,165	-71,725	-363,925	3,231	18,576	567,828
50-54	2	4,495	-69,675	-609,040	5,975	36,762	10,762
55-60	4	2,070	-72,788	-258,083	8,396	22,375	304,733

Tabla 57: media y desviación típica de las coordenadas (X, Y, Z) del punto **gn'** para el sexo femenino.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	2	-0,425	-69,230	-332,230	2,284	15,754	427,715
20-24	1	2,840	-11,470	-632,590			
25-29	2	0,185	-82,080	14,635	2,496	1,117	18,943
30-34	3	4,553	-84,487	-390,063	6,430	18,623	417,666
35-39	2	5,990	-62,210	-667,460	0,962	53,415	42,978
40-44	5	2,848	-80,010	-276,238	2,326	43,992	375,446
45-49	2	4,990	-76,765	-368,755	1,952	15,196	568,365
50-54	2	3,880	-76,030	-615,985	6,378	30,957	9,567
55-60	4	2,193	-76,310	-267,568	9,169	24,098	303,119

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se ha podido observar en las desviaciones típicas de las tablas anteriores (8-57), la coordenada Z tiene valores muy variables (positivos o negativos). En la tomografía, este dato corresponde al espacio que recorre la camilla, donde se sitúa el paciente, en el gantry (ver glosario, pag 262). Al realizarse una tomografía, el punto 0 de esta coordenada suele estar al comienzo de la mesa, aunque puede variar en función de que el radiólogo varíe el inicio de este estudio y lo sitúe más próximo al paciente, o en un punto determinado del sujeto. Al tratarse de obtener las coordenadas en un mismo estudio, la distancia modular obtenida no varía, ya que se corresponden las coordenadas altas tanto en el tejido óseo como en la piel.

A continuación se muestran dos imágenes (figuras 43 y 44) donde se puede observar la diferencia de la coordenada Z, para el punto *nasion*.

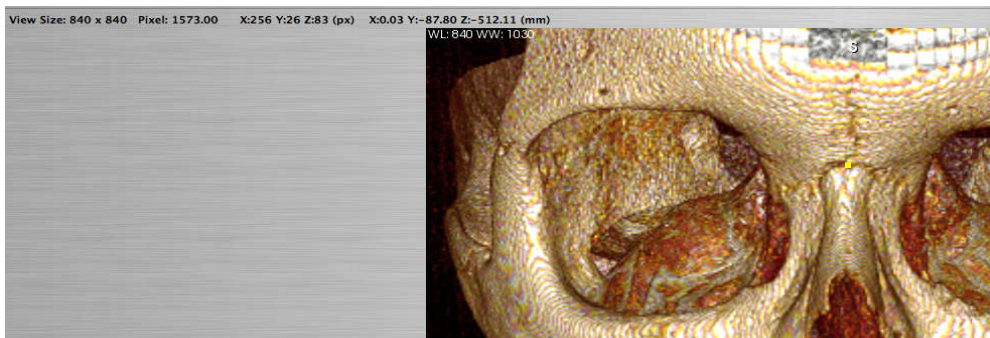


Fig. 43. La coordenada Z tiene un valor negativo en *nasion* (-512,11 mm.).

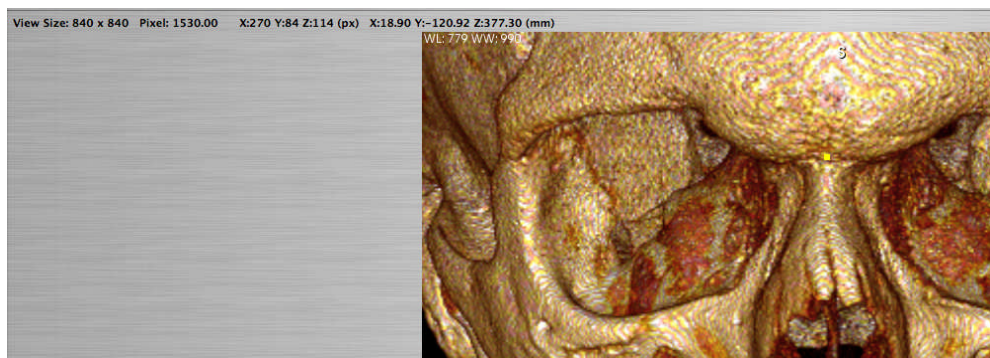


Fig. 44. La coordenada Z tiene un valor positivo en *nasion* (+377,30 mm.).

V.2: ANÁLISIS DE COORDENADAS ESPACIALES

A continuación se muestran las tablas (58 a 75) con los módulos vectoriales resultantes de las ecuaciones expresadas anteriormente (apartado IV.3: *metodología para el estudio de tomografías*), con la finalidad de conocer la distancia existente entre los puntos craneométricos y los somatométricos. Como se puede comprobar en la comparación con otros autores, como Czekanowski (1907), Sutton (1969) Rhine *et al.*, (1984), Manhein *et al.*, (2000), Taylor (2001), Simpson *et al.*, (2002) o Domaracki *et al.*, (2006), cuyos estudios se realizaron con aguja de medición sobre cadáveres, las distancias que hemos obtenido son mayores debido a que en nuestro caso las distancias incluyen la desviación angular, mientras que los otros autores obtuvieron una medición perpendicular. De igual manera, con los análisis realizados con radiografías (Aulsebrook *et al.*, 1996; Smith *et al.*, 2001) o tomografías (Phillips y Smuts, 1996), que también obtienen distancias perpendiculares, se puede corroborar que las de nuestro estudio son ligeramente superiores. Todas las distancias se expresan en centímetros.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 58: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **sfz-ec** para el sexo masculino. Datos en cm.

Grupos de edad	N	sfz - ec izquierdo		N	sfz - ec derecho	
		media	desv. típ.		media	desv. típ.
15-19	37	1,016	0,156	32	1,122	0,227
20-24	17	1,036	0,154	16	1,082	0,223
25-29	28	1,104	0,209	29	1,064	0,182
30-34	33	1,096	0,172	32	1,063	0,162
35-39	27	1,073	0,178	27	1,074	0,168
40-44	32	1,147	0,158	32	1,150	0,145
45-49	28	1,147	0,183	27	1,160	0,199
50-54	28	1,197	0,203	30	1,171	0,202
55-60	24	1,214	0,173	26	1,176	0,164

Tabla 59: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **sfz-ec** para el sexo femenino. Datos en cm.

Grupos de edad	N	sfz - ec izquierdo		N	sfz - ec derecho	
		media	desv. típ.		media	desv. típ.
15-19	18	1,075	0,161	17	1,107	0,167
20-24	15	1,143	0,197	15	1,111	0,150
25-29	11	1,166	0,179	12	1,165	0,257
30-34	29	1,136	0,189	30	1,148	0,189
35-39	25	1,116	0,183	25	1,145	0,172
40-44	24	1,221	0,140	25	1,189	0,159
45-49	28	1,270	0,175	28	1,207	0,174
50-54	20	1,198	0,125	18	1,210	0,128
55-60	27	1,251	0,178	27	1,241	0,189

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 60: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **en-da** para el sexo masculino. Datos en cm.

Grupos de edad	N	en - da izquierdo		N	en - da derecho	
		media	desv. típ.		media	desv. típ.
15-19	27	1,156	0,193	26	1,136	0,150
20-24	14	1,314	0,211	14	1,305	0,209
25-29	25	1,277	0,192	25	1,314	0,230
30-34	32	1,370	0,171	30	1,381	0,201
35-39	27	1,292	0,226	27	1,307	0,273
40-44	33	1,402	0,159	32	1,392	0,132
45-49	27	1,379	0,214	27	1,379	0,201
50-54	25	1,373	0,207	27	1,388	0,213
55-60	23	1,421	0,203	23	1,454	0,210

Tabla 61: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **en-da** para el sexo femenino. Datos en cm.

Grupos de edad	N	en - da izquierdo		N	en - da derecho	
		media	desv. típ.		media	desv. típ.
15-19	16	1,156	0,214	15	1,135	0,136
20-24	14	1,213	0,214	14	1,237	0,204
25-29	12	1,220	0,196	12	1,250	0,164
30-34	26	1,252	0,192	27	1,244	0,172
35-39	25	1,293	0,118	25	1,327	0,149
40-44	25	1,236	0,191	25	1,245	0,178
45-49	27	1,347	0,195	26	1,344	0,177
50-54	19	1,284	0,176	19	1,315	0,215
55-60	26	1,337	0,168	25	1,384	0,183

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 62: módulo vectorial (distancia) entre los puntos $g - g'$ para el sexo masculino. Datos en cm.

Grupos de edad	N	$g - g'$	
		media	desv. típ.
15-19	35	0,729	0,130
20-24	17	0,671	0,079
25-29	24	0,694	0,122
30-34	29	0,695	0,115
35-39	22	0,667	0,116
40-44	27	0,711	0,125
45-49	24	0,675	0,121
50-54	26	0,690	0,137
55-60	21	0,687	0,119

Tabla 63: módulo vectorial (distancia) entre los puntos $g - g'$ para el sexo femenino. Datos en cm.

Grupos de edad	N	$g - g'$	
		media	desv. típ.
15-19	12	0,682	0,170
20-24	9	0,660	0,108
25-29	26	0,632	0,124
30-34	23	0,633	0,118
35-39	23	0,638	0,089
40-44	23	0,631	0,075
45-49	18	0,705	0,113
50-54	22	0,767	0,131
55-60	12	0,682	0,170

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 64: módulo vectorial (distancia) entre los puntos $n - n'$ para el sexo masculino. Datos en cm.

Grupos de edad	N	n – n,	
		media	desv. típ.
15-19	27	0,966	0,184
20-24	15	0,959	0,097
25-29	26	1,036	0,169
30-34	31	1,040	0,180
35-39	23	1,017	0,172
40-44	29	1,018	0,163
45-49	26	1,050	0,188
50-54	23	1,022	0,163
55-60	23	0,970	0,180

Tabla 65: módulo vectorial (distancia) entre los puntos $n - n'$ para el sexo femenino. Datos en cm.

Grupos de edad	N	n – n,	
		media	desv. típ.
15-19	16	0,959	0,266
20-24	11	0,926	0,134
25-29	8	0,980	0,232
30-34	27	0,940	0,233
35-39	23	0,916	0,185
40-44	24	0,855	0,169
45-49	25	0,923	0,172
50-54	18	0,972	0,150
55-60	22	0,953	0,169

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 66: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **ns-sn** y **ENA-sn** para el sexo masculino. Datos en cm.

Grupos de edad	N	ns - sn		N	ENA - sn	
		media	desv. típ.		media	desv. típ.
15-19	9	2,192	0,352	9	1,318	0,312
20-24	6	2,232	0,179	6	1,451	0,329
25-29	12	2,141	0,279	12	1,433	0,205
30-34	16	2,235	0,190	16	1,387	0,256
35-39	15	2,267	0,284	15	1,404	0,273
40-44	14	2,146	0,345	14	1,272	0,231
45-49	12	2,090	0,244	12	1,313	0,247
50-54	14	1,979	0,206	14	1,277	0,193
55-60	11	1,947	0,174	11	1,255	0,164

Tabla 67: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **ns-sn** y **ENA-sn** para el sexo femenino. Datos en cm.

Grupos de edad	N	ns - sn		N	ENA - sn	
		media	desv. típ.		media	desv. típ.
15-19	10	1,922	0,158	10	1,198	0,157
20-24	8	1,974	0,157	8	1,103	0,310
25-29	5	1,926	0,177	5	1,194	0,083
30-34	12	1,846	0,249	12	1,155	0,177
35-39	13	1,748	0,228	13	1,112	0,181
40-44	10	1,965	0,259	10	1,300	0,259
45-49	9	1,755	0,185	9	1,076	0,135
50-54	8	1,937	0,371	8	1,222	0,366
55-60	8	1,800	0,115	8	1,191	0,177

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 68: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **al-al'** para el sexo masculino. Datos en cm.

Grupos de edad	N	al – al, izquierdo		N	al – al, derecho	
		media	desv. típ.		media	desv. típ.
15-19	12	1,144	0,111	12	1,220	0,110
20-24	8	1,192	0,135	8	1,232	0,160
25-29	17	1,249	0,157	17	1,246	0,079
30-34	21	1,280	0,149	21	1,294	0,147
35-39	18	1,214	0,135	18	1,264	0,112
40-44	17	1,203	0,139	17	1,248	0,141
45-49	17	1,197	0,137	17	1,228	0,128
50-54	20	1,235	0,186	20	1,281	0,115
55-60	15	1,280	0,178	15	1,334	0,135

Tabla 69: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **al-al'** para el sexo femenino. Datos en cm.

Grupos de edad	N	al – al, izquierdo		N	al – al, derecho	
		media	desv. típ.		media	desv. típ.
15-19	10	1,095	0,075	10	1,103	0,083
20-24	11	1,058	0,131	11	1,115	0,125
25-29	5	1,134	0,045	5	1,120	0,126
30-34	13	1,045	0,084	13	1,086	0,102
35-39	14	1,049	0,070	14	1,113	0,091
40-44	12	1,103	0,117	12	1,142	0,157
45-49	14	1,139	0,159	14	1,174	0,133
50-54	8	1,174	0,147	8	1,146	0,137
55-60	13	1,182	0,108	13	1,239	0,137

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 70: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **pr-ls** para el sexo masculino. Datos en cm.

Grupos de edad	N	pr – ls	
		media	desv. típ.
15-19	7	1,578	0,105
20-24	5	1,513	0,233
25-29	8	1,483	0,133
30-34	4	1,567	0,145
35-39	10	1,498	0,275
40-44	6	1,450	0,254
45-49	4	1,512	0,259
50-54	3	1,462	0,210
55-60	4	1,371	0,159

Tabla 71: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **pr-ls** para el sexo femenino. Datos en cm.

Grupos de edad	N	pr – ls	
		media	desv. típ.
15-19	8	1,365	0,161
20-24	4	1,291	0,174
25-29	4	1,186	0,162
30-34	8	1,244	0,108
35-39	4	1,306	0,297
40-44	7	1,244	0,152
45-49	5	1,135	0,046
50-54	3	1,236	0,039
55-60	3	1,068	0,043

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 72: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **pg-pg'** para el sexo masculino. Datos en cm.

Grupos de edad	N	pg – pg,	
		media	desv. típ.
15-19	5	1,225	0,156
20-24	4	1,270	0,143
25-29	5	1,386	0,177
30-34	4	1,413	0,212
35-39	9	1,342	0,200
40-44	3	1,280	0,052
45-49	5	1,385	0,132
50-54	5	1,343	0,151
55-60	7	1,094	0,153

Tabla 73: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **pg-pg'** para el sexo femenino. Datos en cm.

Grupos de edad	N	pg – pg,	
		media	desv. típ.
15-19	3	1,198	0,054
20-24	2	0,908	0,269
25-29	2	1,091	0,240
30-34	5	1,194	0,102
35-39	2	1,157	0,143
40-44	6	1,158	0,156
45-49	2	0,956	0,071
50-54	3	1,305	0,159
55-60	5	1,222	0,265

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 74: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **gn-gn'** para el sexo masculino. Datos en cm.

Grupos de edad	N	gn – gn,	
		media	desv. típ.
15-19	3	0,819	0,224
20-24	2	0,884	0,113
25-29	3	0,973	0,094
30-34	2	0,917	0,034
35-39	7	0,923	0,180
40-44	3	0,907	0,139
45-49	3	1,040	0,006
50-54	5	1,201	0,129
55-60	6	0,811	0,236

Tabla 75: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **gn-gn'** para el sexo femenino. Datos en cm.

Grupos de edad	N	gn – gn,	
		media	desv. típ.
15-19	2	0,818	0,044
20-24	1	0,622	
25-29	2	0,760	0,021
30-34	3	0,821	0,071
35-39	2	0,629	0,172
40-44	5	0,659	0,286
45-49	2	0,732	0,194
50-54	2	1,014	0,280
55-60	4	1,036	0,204

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

V.3: ANÁLISIS MODULAR

El siguiente paso realizado ha sido un test con la prueba *pos hoc* de Bonferroni para el análisis de la varianza, con el fin de comprobar si hay diferencias significativas entre los diferentes grupos de edad, establecidos al principio del análisis de manera aleatoria en intervalos de cinco años (tablas 76 a 84 para el sexo masculino y 85 a 92 para el sexo femenino¹). Los casos con diferencias significativas están destacados en negrita; la diferencia de medias es significativa al nivel de 0,05.

Tabla 76: análisis de varianza Bonferroni para el módulo vectorial entre los puntos **sfz-ec** en ambos lados para el sexo masculino. Datos en cm.

Edad	Grupos de edad	Lado izquierdo			Lado derecho		
		Dif. med	Error típ	Sig.	Dif. med	Error típ	Sig.
15-19	20-24	-0,020	0,052	1,000	0,040	0,057	1,000
	25-29	-0,088	0,044	1,000	0,057	0,048	1,000
	30-34	-0,080	0,042	1,000	0,058	0,046	1,000
	35-39	-0,057	0,045	1,000	0,047	0,049	1,000
	40-44	-0,131	0,043	0,088	-0,028	0,046	1,000
	45-49	-0,131	0,044	0,120	-0,039	0,049	1,000
	50-54	-0,181	0,044	0,002	-0,050	0,047	1,000
	55-60	-0,198	0,046	0,001	-0,055	0,049	1,000
20-24	15-19	0,020	0,052	1,000	-0,040	0,057	1,000
	25-29	-0,068	0,054	1,000	0,018	0,058	1,000
	30-34	-0,059	0,053	1,000	0,019	0,057	1,000
	35-39	-0,037	0,055	1,000	0,008	0,059	1,000
	40-44	-0,111	0,053	1,000	-0,068	0,057	1,000
	45-49	-0,111	0,054	1,000	-0,078	0,059	1,000
	50-54	-0,161	0,054	0,121	-0,089	0,058	1,000
	55-60	-0,178	0,056	0,061	-0,094	0,059	1,000
25-29	15-19	0,088	0,044	1,000	-0,057	0,048	1,000
	20-24	0,068	0,054	1,000	-0,018	0,058	1,000
	30-34	0,009	0,045	1,000	0,001	0,048	1,000
	35-39	0,031	0,048	1,000	-0,010	0,050	1,000
	40-44	-0,043	0,046	1,000	-0,086	0,048	1,000
	45-49	-0,043	0,047	1,000	-0,096	0,050	1,000
	50-54	-0,093	0,047	1,000	-0,107	0,048	1,000
	55-60	-0,110	0,049	0,956	-0,112	0,050	0,960

¹ No se ha podido realizar el análisis de varianza Bonferroni de los puntos gn-gn' para el sexo femenino, debido a que el grupo 2 no contiene datos suficientes para su comparación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 76. (continuación)

Edad	Grupos de edad	Lado izquierdo			Lado derecho		
		Dif. med	Error típ	Sig.	Dif. med	Error típ	Sig.
30-34	15-19	0,080	0,042	1,000	-0,058	0,046	1,000
	20-24	0,059	0,053	1,000	-0,019	0,057	1,000
	25-29	-0,009	0,045	1,000	-0,001	0,048	1,000
	35-39	0,023	0,046	1,000	-0,011	0,049	1,000
	40-44	-0,051	0,044	1,000	-0,087	0,046	1,000
	45-49	-0,052	0,045	1,000	-0,097	0,049	1,000
	50-54	-0,102	0,045	0,943	-0,108	0,047	0,835
	55-60	-0,119	0,047	0,474	-0,113	0,049	0,790
35-39	15-19	0,057	0,045	1,000	-0,047	0,049	1,000
	20-24	0,037	0,055	1,000	-0,008	0,059	1,000
	25-29	-0,031	0,048	1,000	0,010	0,050	1,000
	30-34	-0,023	0,046	1,000	0,011	0,049	1,000
	40-44	-0,074	0,046	1,000	-0,076	0,049	1,000
	45-49	-0,074	0,048	1,000	-0,086	0,051	1,000
	50-54	-0,124	0,048	0,352	-0,097	0,049	1,000
	55-60	-0,141	0,050	0,175	-0,102	0,051	1,000
40-44	15-19	0,131	0,043	0,088	0,028	0,046	1,000
	20-24	0,111	0,053	1,000	0,068	0,057	1,000
	25-29	0,043	0,046	1,000	0,086	0,048	1,000
	30-34	0,051	0,044	1,000	0,087	0,046	1,000
	35-39	0,074	0,046	1,000	0,076	0,049	1,000
	45-49	-0,001	0,046	1,000	-0,010	0,049	1,000
	50-54	-0,050	0,046	1,000	-0,021	0,047	1,000
	55-60	-0,067	0,048	1,000	-0,026	0,049	1,000
45-49	15-19	0,131	0,044	0,120	0,039	0,049	1,000
	20-24	0,111	0,054	1,000	0,078	0,059	1,000
	25-29	0,043	0,047	1,000	0,096	0,050	1,000
	30-34	0,052	0,045	1,000	0,097	0,049	1,000
	35-39	0,074	0,048	1,000	0,086	0,051	1,000
	40-44	0,001	0,046	1,000	0,010	0,049	1,000
	50-54	-0,050	0,047	1,000	-0,011	0,049	1,000
	55-60	-0,067	0,049	1,000	-0,016	0,051	1,000
50-54	15-19	0,181	0,044	0,002	0,050	0,047	1,000
	20-24	0,161	0,054	0,121	0,089	0,058	1,000
	25-29	0,093	0,047	1,000	0,107	0,048	1,000
	30-34	0,102	0,045	0,943	0,108	0,047	0,835
	35-39	0,124	0,048	0,352	0,097	0,049	1,000
	40-44	0,050	0,046	1,000	0,021	0,047	1,000
	45-49	0,050	0,047	1,000	0,011	0,049	1,000
	55-60	-0,017	0,049	1,000	-0,005	0,050	1,000
55-60	15-19	0,198	0,046	0,001	0,055	0,049	1,000
	20-24	0,178	0,056	0,061	0,094	0,059	1,000
	25-29	0,110	0,049	0,956	0,112	0,050	0,960
	30-34	0,119	0,047	0,474	0,113	0,049	0,790
	35-39	0,141	0,050	0,175	0,102	0,051	1,000
	40-44	0,067	0,048	1,000	0,026	0,049	1,000
	45-49	0,067	0,049	1,000	0,016	0,051	1,000
	50-54	0,017	0,049	1,000	0,005	0,050	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 77: análisis de varianza Bonferroni para el módulo vectorial entre los puntos **en-da** en ambos lados para el sexo masculino. Datos en cm.

Edad	Grupos de edad	Lado izquierdo			Lado derecho		
		Dif. med	Error típ	Sig.	Dif. med	Error típ	Sig.
15-19	20-24	-0,020	0,052	1,000	0,040	0,057	1,000
	25-29	-0,088	0,044	1,000	0,057	0,048	1,000
	30-34	-0,080	0,042	1,000	0,058	0,046	1,000
	35-39	-0,057	0,045	1,000	0,047	0,049	1,000
	40-44	-0,131	0,043	0,088	-0,028	0,046	1,000
	45-49	-0,131	0,044	0,120	-0,039	0,049	1,000
	50-54	-0,181	0,044	0,002	-0,050	0,047	1,000
20-24	55-60	-0,198	0,046	0,001	-0,055	0,049	1,000
	15-19	0,020	0,052	1,000	-0,040	0,057	1,000
	25-29	-0,068	0,054	1,000	0,018	0,058	1,000
	30-34	-0,059	0,053	1,000	0,019	0,057	1,000
	35-39	-0,037	0,055	1,000	0,008	0,059	1,000
	40-44	-0,111	0,053	1,000	-0,068	0,057	1,000
	45-49	-0,111	0,054	1,000	-0,078	0,059	1,000
25-29	50-54	-0,161	0,054	0,121	-0,089	0,058	1,000
	55-60	-0,178	0,056	0,061	-0,094	0,059	1,000
	15-19	0,088	0,044	1,000	-0,057	0,048	1,000
	20-24	0,068	0,054	1,000	-0,018	0,058	1,000
	30-34	0,009	0,045	1,000	0,001	0,048	1,000
	35-39	0,031	0,048	1,000	-0,010	0,050	1,000
	40-44	-0,043	0,046	1,000	-0,086	0,048	1,000
30-34	45-49	-0,043	0,047	1,000	-0,096	0,050	1,000
	50-54	-0,093	0,047	1,000	-0,107	0,048	1,000
	55-60	-0,110	0,049	0,956	-0,112	0,050	0,960
	15-19	0,080	0,042	1,000	-0,058	0,046	1,000
	20-24	0,059	0,053	1,000	-0,019	0,057	1,000
	25-29	-0,009	0,045	1,000	-0,001	0,048	1,000
	35-39	0,023	0,046	1,000	-0,011	0,049	1,000
35-39	40-44	-0,051	0,044	1,000	-0,087	0,046	1,000
	45-49	-0,052	0,045	1,000	-0,097	0,049	1,000
	50-54	-0,102	0,045	0,943	-0,108	0,047	0,835
	55-60	-0,119	0,047	0,474	-0,113	0,049	0,790
	15-19	0,057	0,045	1,000	-0,047	0,049	1,000
	20-24	0,037	0,055	1,000	-0,008	0,059	1,000
	25-29	-0,031	0,048	1,000	0,010	0,050	1,000
	30-34	-0,023	0,046	1,000	0,011	0,049	1,000
	40-44	-0,074	0,046	1,000	-0,076	0,049	1,000
	45-49	-0,074	0,048	1,000	-0,086	0,051	1,000
	50-54	-0,124	0,048	0,352	-0,097	0,049	1,000
	55-60	-0,141	0,050	0,175	-0,102	0,051	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 77. (continuación)

Edad	Grupos de edad	Lado izquierdo			Lado derecho		
		Dif. med	Error típ	Sig.	Dif. med	Error típ	Sig.
40-44	15-19	0,131	0,043	0,088	0,028	0,046	1,000
	20-24	0,111	0,053	1,000	0,068	0,057	1,000
	25-29	0,043	0,046	1,000	0,086	0,048	1,000
	30-34	0,051	0,044	1,000	0,087	0,046	1,000
	35-39	0,074	0,046	1,000	0,076	0,049	1,000
	45-49	-0,001	0,046	1,000	-0,010	0,049	1,000
	50-54	-0,050	0,046	1,000	-0,021	0,047	1,000
	55-60	-0,067	0,048	1,000	-0,026	0,049	1,000
45-49	15-19	0,131	0,044	0,120	0,039	0,049	1,000
	20-24	0,111	0,054	1,000	0,078	0,059	1,000
	25-29	0,043	0,047	1,000	0,096	0,050	1,000
	30-34	0,052	0,045	1,000	0,097	0,049	1,000
	35-39	0,074	0,048	1,000	0,086	0,051	1,000
	40-44	0,001	0,046	1,000	0,010	0,049	1,000
	50-54	-0,050	0,047	1,000	-0,011	0,049	1,000
	55-60	-0,067	0,049	1,000	-0,016	0,051	1,000
50-54	15-19	0,181	0,044	0,002	0,050	0,047	1,000
	20-24	0,161	0,054	0,121	0,089	0,058	1,000
	25-29	0,093	0,047	1,000	0,107	0,048	1,000
	30-34	0,102	0,045	0,943	0,108	0,047	0,835
	35-39	0,124	0,048	0,352	0,097	0,049	1,000
	40-44	0,050	0,046	1,000	0,021	0,047	1,000
	45-49	0,050	0,047	1,000	0,011	0,049	1,000
	55-60	-0,017	0,049	1,000	-0,005	0,050	1,000
55-60	15-19	0,198	0,046	0,001	0,055	0,049	1,000
	20-24	0,178	0,056	0,061	0,094	0,059	1,000
	25-29	0,110	0,049	0,956	0,112	0,050	0,960
	30-34	0,119	0,047	0,474	0,113	0,049	0,790
	35-39	0,141	0,050	0,175	0,102	0,051	1,000
	40-44	0,067	0,048	1,000	0,026	0,049	1,000
	45-49	0,067	0,049	1,000	0,016	0,051	1,000
	50-54	0,017	0,049	1,000	0,005	0,050	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 78: análisis de varianza Bonferroni para el módulo vectorial entre los puntos **g-g'** para el sexo masculino. Datos en cm.

Edad	Grupos de edad	g - g'		
		Dif. med	Error típ	Sig.
15-19	20-24	0,058	0,036	1,000
	25-29	0,035	0,032	1,000
	30-34	0,034	0,030	1,000
	35-39	0,062	0,033	1,000
	40-44	0,018	0,031	1,000
	45-49	0,054	0,032	1,000
	50-54	0,039	0,031	1,000
	55-60	0,042	0,033	1,000
20-24	15-19	-0,058	0,036	1,000
	25-29	-0,022	0,038	1,000
	30-34	-0,023	0,037	1,000
	35-39	0,004	0,039	1,000
	40-44	-0,040	0,037	1,000
	45-49	-0,004	0,038	1,000
	50-54	-0,019	0,038	1,000
	55-60	-0,015	0,039	1,000
25-29	15-19	-0,035	0,032	1,000
	20-24	0,022	0,038	1,000
	30-34	-0,001	0,033	1,000
	35-39	0,027	0,036	1,000
	40-44	-0,018	0,034	1,000
	45-49	0,018	0,035	1,000
	50-54	0,003	0,034	1,000
	55-60	0,007	0,036	1,000
30-34	15-19	-0,034	0,030	1,000
	20-24	0,023	0,037	1,000
	25-29	0,001	0,033	1,000
	35-39	0,027	0,034	1,000
	40-44	-0,017	0,032	1,000
	45-49	0,019	0,033	1,000
	50-54	0,004	0,033	1,000
	55-60	0,008	0,035	1,000
35-39	15-19	-0,062	0,033	1,000
	20-24	-0,004	0,039	1,000
	25-29	-0,027	0,036	1,000
	30-34	-0,027	0,034	1,000
	40-44	-0,044	0,035	1,000
	45-49	-0,008	0,036	1,000
	50-54	-0,023	0,035	1,000
	55-60	-0,020	0,037	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 78. (continuación)

Edad	Grupos de edad	g - g'		
		Dif. med	Error típ	Sig.
40-44	15-19	-0,018	0,031	1,000
	20-24	0,040	0,037	1,000
	25-29	0,018	0,034	1,000
	30-34	0,017	0,032	1,000
	35-39	0,044	0,035	1,000
	45-49	0,036	0,034	1,000
	50-54	0,021	0,033	1,000
	55-60	0,024	0,035	1,000
45-49	15-19	-0,054	0,032	1,000
	20-24	0,004	0,038	1,000
	25-29	-0,018	0,035	1,000
	30-34	-0,019	0,033	1,000
	35-39	0,008	0,036	1,000
	40-44	-0,036	0,034	1,000
	50-54	-0,015	0,034	1,000
	55-60	-0,012	0,036	1,000
50-54	15-19	-0,039	0,031	1,000
	20-24	0,019	0,038	1,000
	25-29	-0,003	0,034	1,000
	30-34	-0,004	0,033	1,000
	35-39	0,023	0,035	1,000
	40-44	-0,021	0,033	1,000
	45-49	0,015	0,034	1,000
	55-60	0,003	0,035	1,000
55-60	15-19	-0,042	0,033	1,000
	20-24	0,015	0,039	1,000
	25-29	-0,007	0,036	1,000
	30-34	-0,008	0,035	1,000
	35-39	0,020	0,037	1,000
	40-44	-0,024	0,035	1,000
	45-49	0,012	0,036	1,000
	50-54	-0,003	0,035	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 79: análisis de varianza Bonferroni para el módulo vectorial entre los puntos $n-n'$ para el sexo masculino. Datos en cm.

Edad	Grupos de edad	$n - n'$		
		Dif. med	Error típ	Sig.
15-19	20-24	0,007	0,055	1,000
	25-29	-0,070	0,047	1,000
	30-34	-0,074	0,045	1,000
	35-39	-0,051	0,049	1,000
	40-44	-0,051	0,046	1,000
	45-49	-0,084	0,047	1,000
	50-54	-0,055	0,049	1,000
	55-60	-0,004	0,049	1,000
20-24	15-19	-0,007	0,055	1,000
	25-29	-0,077	0,056	1,000
	30-34	-0,081	0,054	1,000
	35-39	-0,058	0,057	1,000
	40-44	-0,059	0,054	1,000
	45-49	-0,091	0,056	1,000
	50-54	-0,063	0,057	1,000
	55-60	-0,011	0,057	1,000
25-29	15-19	0,070	0,047	1,000
	20-24	0,077	0,056	1,000
	30-34	-0,004	0,046	1,000
	35-39	0,019	0,049	1,000
	40-44	0,018	0,046	1,000
	45-49	-0,014	0,047	1,000
	50-54	0,014	0,049	1,000
	55-60	0,066	0,049	1,000
30-34	15-19	0,074	0,045	1,000
	20-24	0,081	0,054	1,000
	25-29	0,004	0,046	1,000
	35-39	0,023	0,047	1,000
	40-44	0,022	0,044	1,000
	45-49	-0,010	0,046	1,000
	50-54	0,019	0,047	1,000
	55-60	0,070	0,047	1,000
35-39	15-19	0,051	0,049	1,000
	20-24	0,058	0,057	1,000
	25-29	-0,019	0,049	1,000
	30-34	-0,023	0,047	1,000
	40-44	0,000	0,048	1,000
	45-49	-0,033	0,049	1,000
	50-54	-0,004	0,050	1,000
	55-60	0,047	0,050	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 79. (continuación)

Edad	Grupos de edad	n – n'		
40-44	15-19	0,051	0,046	1,000
	20-24	0,059	0,054	1,000
	25-29	-0,018	0,046	1,000
	30-34	-0,022	0,044	1,000
	35-39	0,000	0,048	1,000
	45-49	-0,032	0,046	1,000
	50-54	-0,004	0,048	1,000
	55-60	0,048	0,048	1,000
45-49	15-19	0,084	0,047	1,000
	20-24	0,091	0,056	1,000
	25-29	0,014	0,047	1,000
	30-34	0,010	0,046	1,000
	35-39	0,033	0,049	1,000
	40-44	0,032	0,046	1,000
	50-54	0,028	0,049	1,000
	55-60	0,080	0,049	1,000
50-54	15-19	0,055	0,049	1,000
	20-24	0,063	0,057	1,000
	25-29	-0,014	0,049	1,000
	30-34	-0,019	0,047	1,000
	35-39	0,004	0,050	1,000
	40-44	0,004	0,048	1,000
	45-49	-0,028	0,049	1,000
	55-60	0,052	0,050	1,000
55-60	15-19	0,004	0,049	1,000
	20-24	0,011	0,057	1,000
	25-29	-0,066	0,049	1,000
	30-34	-0,070	0,047	1,000
	35-39	-0,047	0,050	1,000
	40-44	-0,048	0,048	1,000
	45-49	-0,080	0,049	1,000
	50-54	-0,052	0,050	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 80: análisis de varianza Bonferroni para el módulo vectorial entre los puntos **ns-sn** y **ENA-sn** para el sexo masculino. Datos en cm.

Edad	Grupos de edad	ns - sn			ENA - sn		
		Dif. med	Error típ	Sig.	Dif. med	Error típ	Sig.
15-19	20-24	0,031	0,128	1,000	-0,133	0,128	1,000
	25-29	0,121	0,107	1,000	-0,115	0,107	1,000
	30-34	0,028	0,101	1,000	-0,069	0,101	1,000
	35-39	-0,004	0,102	1,000	-0,086	0,103	1,000
	40-44	0,117	0,104	1,000	0,046	0,104	1,000
	45-49	0,173	0,107	1,000	0,005	0,107	1,000
	50-54	0,284	0,104	0,262	0,041	0,104	1,000
20-24	55-60	0,316	0,109	0,165	0,063	0,109	1,000
	15-19	-0,031	0,128	1,000	0,133	0,128	1,000
	25-29	0,091	0,121	1,000	0,018	0,122	1,000
	30-34	-0,003	0,116	1,000	0,064	0,116	1,000
	35-39	-0,035	0,117	1,000	0,047	0,118	1,000
	40-44	0,086	0,118	1,000	0,179	0,119	1,000
	45-49	0,142	0,121	1,000	0,139	0,122	1,000
25-29	50-54	0,253	0,118	1,000	0,174	0,119	1,000
	55-60	0,285	0,123	0,812	0,196	0,124	1,000
	15-19	-0,121	0,107	1,000	0,115	0,107	1,000
	20-24	-0,091	0,121	1,000	-0,018	0,122	1,000
	30-34	-0,093	0,093	1,000	0,046	0,093	1,000
	35-39	-0,125	0,094	1,000	0,029	0,094	1,000
	40-44	-0,005	0,095	1,000	0,161	0,096	1,000
30-34	45-49	0,051	0,099	1,000	0,120	0,099	1,000
	50-54	0,162	0,095	1,000	0,156	0,096	1,000
	55-60	0,194	0,101	1,000	0,178	0,102	1,000
	15-19	-0,028	0,101	1,000	0,069	0,101	1,000
	20-24	0,003	0,116	1,000	-0,064	0,116	1,000
	25-29	0,093	0,093	1,000	-0,046	0,093	1,000
	35-39	-0,032	0,087	1,000	-0,017	0,087	1,000
35-39	40-44	0,088	0,089	1,000	0,115	0,089	1,000
	45-49	0,145	0,093	1,000	0,074	0,093	1,000
	50-54	0,256	0,089	0,174	0,110	0,089	1,000
	55-60	0,288	0,095	0,111	0,132	0,095	1,000
	15-19	0,004	0,102	1,000	0,086	0,103	1,000
	20-24	0,035	0,117	1,000	-0,047	0,118	1,000
	25-29	0,125	0,094	1,000	-0,029	0,094	1,000
	30-34	0,032	0,087	1,000	0,017	0,087	1,000
	40-44	0,121	0,090	1,000	0,132	0,090	1,000
	45-49	0,177	0,094	1,000	0,092	0,094	1,000
	50-54	0,288	0,090	0,068	0,127	0,090	1,000
	55-60	0,320	0,096	0,045	0,149	0,097	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 80. (continuación)

Edad	Grupos de edad	ns - sn			ENA - sn		
		Dif. med	Error típ	Sig.	Dif. med	Error típ	Sig.
40-44	15-19	-0,117	0,104	1,000	-0,046	0,104	1,000
	20-24	-0,086	0,118	1,000	-0,179	0,119	1,000
	25-29	0,005	0,095	1,000	-0,161	0,096	1,000
	30-34	-0,088	0,089	1,000	-0,115	0,089	1,000
	35-39	-0,121	0,090	1,000	-0,132	0,090	1,000
	45-49	0,056	0,095	1,000	-0,040	0,096	1,000
	50-54	0,167	0,092	1,000	-0,005	0,092	1,000
	55-60	0,199	0,098	1,000	0,017	0,098	1,000
45-49	15-19	-0,173	0,107	1,000	-0,005	0,107	1,000
	20-24	-0,142	0,121	1,000	-0,139	0,122	1,000
	25-29	-0,051	0,099	1,000	-0,120	0,099	1,000
	30-34	-0,145	0,093	1,000	-0,074	0,093	1,000
	35-39	-0,177	0,094	1,000	-0,092	0,094	1,000
	40-44	-0,056	0,095	1,000	0,040	0,096	1,000
	50-54	0,111	0,095	1,000	0,036	0,096	1,000
	55-60	0,143	0,101	1,000	0,058	0,102	1,000
50-54	15-19	-0,284	0,104	0,262	-0,041	0,104	1,000
	20-24	-0,253	0,118	1,000	-0,174	0,119	1,000
	25-29	-0,162	0,095	1,000	-0,156	0,096	1,000
	30-34	-0,256	0,089	0,174	-0,110	0,089	1,000
	35-39	-0,288	0,090	0,068	-0,127	0,090	1,000
	40-44	-0,167	0,092	1,000	0,005	0,092	1,000
	45-49	-0,111	0,095	1,000	-0,036	0,096	1,000
	55-60	0,032	0,098	1,000	0,022	0,098	1,000
55-60	15-19	-0,316	0,109	0,165	-0,063	0,109	1,000
	20-24	-0,285	0,123	0,812	-0,196	0,124	1,000
	25-29	-0,194	0,101	1,000	-0,178	0,102	1,000
	30-34	-0,288	0,095	0,111	-0,132	0,095	1,000
	35-39	-0,320	0,096	0,045	-0,149	0,097	1,000
	40-44	-0,199	0,098	1,000	-0,017	0,098	1,000
	45-49	-0,143	0,101	1,000	-0,058	0,102	1,000
	50-54	-0,032	0,098	1,000	-0,022	0,098	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 81: análisis de varianza Bonferroni para el módulo vectorial entre los puntos **al-al'** en ambos lados para el sexo masculino. Datos en cm.

Edad	Grupos de edad	lado izquierdo			lado derecho		
		Dif. med	Error típ	Sig.	Dif. med	Error típ	Sig.
15-19	20-24	-0,048	0,067	1,000	-0,012	0,057	1,000
	25-29	-0,088	0,056	1,000	-0,027	0,047	1,000
	30-34	-0,136	0,053	0,441	-0,075	0,045	1,000
	35-39	-0,070	0,055	1,000	-0,044	0,047	1,000
	40-44	-0,059	0,056	1,000	-0,028	0,047	1,000
	45-49	-0,053	0,056	1,000	-0,009	0,047	1,000
	50-54	-0,091	0,054	1,000	-0,062	0,046	1,000
	55-60	-0,136	0,057	0,665	-0,115	0,049	0,712
20-24	15-19	0,048	0,067	1,000	0,012	0,057	1,000
	25-29	-0,039	0,063	1,000	-0,015	0,054	1,000
	30-34	-0,087	0,061	1,000	-0,063	0,052	1,000
	35-39	-0,022	0,063	1,000	-0,032	0,053	1,000
	40-44	-0,010	0,063	1,000	-0,016	0,054	1,000
	45-49	-0,004	0,063	1,000	0,004	0,054	1,000
	50-54	-0,043	0,062	1,000	-0,050	0,053	1,000
	55-60	-0,088	0,065	1,000	-0,102	0,055	1,000
25-29	15-19	0,088	0,056	1,000	0,027	0,047	1,000
	20-24	0,039	0,063	1,000	0,015	0,054	1,000
	30-34	-0,048	0,048	1,000	-0,048	0,041	1,000
	35-39	0,017	0,050	1,000	-0,017	0,042	1,000
	40-44	0,029	0,051	1,000	-0,001	0,043	1,000
	45-49	0,035	0,051	1,000	0,018	0,043	1,000
	50-54	-0,004	0,049	1,000	-0,035	0,041	1,000
	55-60	-0,049	0,052	1,000	-0,088	0,044	1,000
30-34	15-19	0,136	0,053	0,441	0,075	0,045	1,000
	20-24	0,087	0,061	1,000	0,063	0,052	1,000
	25-29	0,048	0,048	1,000	0,048	0,041	1,000
	35-39	0,065	0,047	1,000	0,031	0,040	1,000
	40-44	0,077	0,048	1,000	0,047	0,041	1,000
	45-49	0,083	0,048	1,000	0,066	0,041	1,000
	50-54	0,045	0,046	1,000	0,013	0,039	1,000
	55-60	-0,001	0,050	1,000	-0,040	0,042	1,000
35-39	15-19	0,070	0,055	1,000	0,044	0,047	1,000
	20-24	0,022	0,063	1,000	0,032	0,053	1,000
	25-29	-0,017	0,050	1,000	0,017	0,042	1,000
	30-34	-0,065	0,047	1,000	-0,031	0,040	1,000
	40-44	0,011	0,050	1,000	0,016	0,042	1,000
	45-49	0,017	0,050	1,000	0,036	0,042	1,000
	50-54	-0,021	0,048	1,000	-0,018	0,041	1,000
	55-60	-0,066	0,052	1,000	-0,070	0,044	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 81. (continuación)

Edad	Grupos de edad	lado izquierdo			lado derecho		
		Dif. med	Error típ	Sig.	Dif. med	Error típ	Sig.
40-44	15-19	0,059	0,056	1,000	0,028	0,047	1,000
	20-24	0,010	0,063	1,000	0,016	0,054	1,000
	25-29	-0,029	0,051	1,000	0,001	0,043	1,000
	30-34	-0,077	0,048	1,000	-0,047	0,041	1,000
	35-39	-0,011	0,050	1,000	-0,016	0,042	1,000
	45-49	0,006	0,051	1,000	0,019	0,043	1,000
	50-54	-0,032	0,049	1,000	-0,034	0,041	1,000
	55-60	-0,078	0,052	1,000	-0,087	0,044	1,000
45-49	15-19	0,053	0,056	1,000	0,009	0,047	1,000
	20-24	0,004	0,063	1,000	-0,004	0,054	1,000
	25-29	-0,035	0,051	1,000	-0,018	0,043	1,000
	30-34	-0,083	0,048	1,000	-0,066	0,041	1,000
	35-39	-0,017	0,050	1,000	-0,036	0,042	1,000
	40-44	-0,006	0,051	1,000	-0,019	0,043	1,000
	50-54	-0,038	0,049	1,000	-0,053	0,041	1,000
	55-60	-0,084	0,052	1,000	-0,106	0,044	0,666
50-54	15-19	0,091	0,054	1,000	0,062	0,046	1,000
	20-24	0,043	0,062	1,000	0,050	0,053	1,000
	25-29	0,004	0,049	1,000	0,035	0,041	1,000
	30-34	-0,045	0,046	1,000	-0,013	0,039	1,000
	35-39	0,021	0,048	1,000	0,018	0,041	1,000
	40-44	0,032	0,049	1,000	0,034	0,041	1,000
	45-49	0,038	0,049	1,000	0,053	0,041	1,000
	55-60	-0,045	0,050	1,000	-0,053	0,043	1,000
55-60	15-19	0,136	0,057	0,665	0,115	0,049	0,712
	20-24	0,088	0,065	1,000	0,102	0,055	1,000
	25-29	0,049	0,052	1,000	0,088	0,044	1,000
	30-34	0,001	0,050	1,000	0,040	0,042	1,000
	35-39	0,066	0,052	1,000	0,070	0,044	1,000
	40-44	0,078	0,052	1,000	0,087	0,044	1,000
	45-49	0,084	0,052	1,000	0,106	0,044	0,666
	50-54	0,045	0,050	1,000	0,053	0,043	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 82: análisis de varianza Bonferroni para el módulo vectorial entre los puntos **pr-ls** para el sexo masculino. Datos en cm.

Edad	Grupos de edad	pr – ls		
		Dif. med	Error típ	Sig.
15-19	20-24	0,065	0,123	1,000
	25-29	0,095	0,108	1,000
	30-34	0,011	0,131	1,000
	35-39	0,080	0,103	1,000
	40-44	0,128	0,116	1,000
	45-49	0,066	0,131	1,000
	50-54	0,116	0,144	1,000
	55-60	0,207	0,131	1,000
20-24	15-19	-0,065	0,123	1,000
	25-29	0,030	0,119	1,000
	30-34	-0,054	0,140	1,000
	35-39	0,015	0,115	1,000
	40-44	0,063	0,127	1,000
	45-49	0,001	0,140	1,000
	50-54	0,051	0,153	1,000
	55-60	0,142	0,140	1,000
25-29	15-19	-0,095	0,108	1,000
	20-24	-0,030	0,119	1,000
	30-34	-0,083	0,128	1,000
	35-39	-0,015	0,099	1,000
	40-44	0,033	0,113	1,000
	45-49	-0,029	0,128	1,000
	50-54	0,021	0,142	1,000
	55-60	0,112	0,128	1,000
30-34	15-19	-0,011	0,131	1,000
	20-24	0,054	0,140	1,000
	25-29	0,083	0,128	1,000
	35-39	0,069	0,124	1,000
	40-44	0,117	0,135	1,000
	45-49	0,054	0,148	1,000
	50-54	0,105	0,160	1,000
	55-60	0,196	0,148	1,000
35-39	15-19	-0,080	0,103	1,000
	20-24	-0,015	0,115	1,000
	25-29	0,015	0,099	1,000
	30-34	-0,069	0,124	1,000
	40-44	0,048	0,108	1,000
	45-49	-0,014	0,124	1,000
	50-54	0,036	0,138	1,000
	55-60	0,127	0,124	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 82. (continuación)

Edad	Grupos de edad	pr – ls		
		Dif. med	Error típ	Sig.
40-44	15-19	-0,128	0,116	1,000
	20-24	-0,063	0,127	1,000
	25-29	-0,033	0,113	1,000
	30-34	-0,117	0,135	1,000
	35-39	-0,048	0,108	1,000
	45-49	-0,062	0,135	1,000
	50-54	-0,012	0,148	1,000
	55-60	0,079	0,135	1,000
45-49	15-19	-0,066	0,131	1,000
	20-24	-0,001	0,140	1,000
	25-29	0,029	0,128	1,000
	30-34	-0,054	0,148	1,000
	35-39	0,014	0,124	1,000
	40-44	0,062	0,135	1,000
	50-54	0,050	0,160	1,000
	55-60	0,141	0,148	1,000
50-54	15-19	-0,116	0,144	1,000
	20-24	-0,051	0,153	1,000
	25-29	-0,021	0,142	1,000
	30-34	-0,105	0,160	1,000
	35-39	-0,036	0,138	1,000
	40-44	0,012	0,148	1,000
	45-49	-0,050	0,160	1,000
	55-60	0,091	0,160	1,000
55-60	15-19	-0,207	0,131	1,000
	20-24	-0,142	0,140	1,000
	25-29	-0,112	0,128	1,000
	30-34	-0,196	0,148	1,000
	35-39	-0,127	0,124	1,000
	40-44	-0,079	0,135	1,000
	45-49	-0,141	0,148	1,000
	50-54	-0,091	0,160	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 83: análisis de varianza Bonferroni para el módulo vectorial entre los puntos **pg-pg'** para el sexo masculino. Datos en cm.

Edad	Grupos de edad	pg – pg'		
		Dif. med	Error típ	Sig.
15-19	20-24	-0,045	0,111	1,000
	25-29	-0,161	0,105	1,000
	30-34	-0,188	0,111	1,000
	35-39	-0,118	0,092	1,000
	40-44	-0,055	0,121	1,000
	45-49	-0,160	0,105	1,000
	50-54	-0,119	0,105	1,000
	55-60	0,131	0,097	1,000
20-24	15-19	0,045	0,111	1,000
	25-29	-0,116	0,111	1,000
	30-34	-0,143	0,117	1,000
	35-39	-0,073	0,100	1,000
	40-44	-0,011	0,127	1,000
	45-49	-0,115	0,111	1,000
	50-54	-0,074	0,111	1,000
	55-60	0,176	0,104	1,000
25-29	15-19	0,161	0,105	1,000
	20-24	0,116	0,111	1,000
	30-34	-0,027	0,111	1,000
	35-39	0,044	0,092	1,000
	40-44	0,106	0,121	1,000
	45-49	0,001	0,105	1,000
	50-54	0,043	0,105	1,000
	55-60	0,292	0,097	0,164
30-34	15-19	0,188	0,111	1,000
	20-24	0,143	0,117	1,000
	25-29	0,027	0,111	1,000
	35-39	0,071	0,100	1,000
	40-44	0,133	0,127	1,000
	45-49	0,028	0,111	1,000
	50-54	0,070	0,111	1,000
	55-60	0,319	0,104	0,139
35-39	15-19	0,118	0,092	1,000
	20-24	0,073	0,100	1,000
	25-29	-0,044	0,092	1,000
	30-34	-0,071	0,100	1,000
	40-44	0,062	0,110	1,000
	45-49	-0,042	0,092	1,000
	50-54	-0,001	0,092	1,000
	55-60	0,249	0,083	0,180

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 83. (continuación)

Edad	Grupos de edad	pg – pg'		
		Dif. med	Error típ	Sig.
40-44	15-19	0,055	0,121	1,000
	20-24	0,011	0,127	1,000
	25-29	-0,106	0,121	1,000
	30-34	-0,133	0,127	1,000
	35-39	-0,062	0,110	1,000
	45-49	-0,105	0,121	1,000
	50-54	-0,063	0,121	1,000
	55-60	0,187	0,114	1,000
45-49	15-19	0,160	0,105	1,000
	20-24	0,115	0,111	1,000
	25-29	-0,001	0,105	1,000
	30-34	-0,028	0,111	1,000
	35-39	0,042	0,092	1,000
	40-44	0,105	0,121	1,000
	50-54	0,041	0,105	1,000
	55-60	0,291	0,097	0,170
50-54	15-19	0,119	0,105	1,000
	20-24	0,074	0,111	1,000
	25-29	-0,043	0,105	1,000
	30-34	-0,070	0,111	1,000
	35-39	0,001	0,092	1,000
	40-44	0,063	0,121	1,000
	45-49	-0,041	0,105	1,000
	55-60	0,250	0,097	0,505
55-60	15-19	-0,131	0,097	1,000
	20-24	-0,176	0,104	1,000
	25-29	-0,292	0,097	0,164
	30-34	-0,319	0,104	0,139
	35-39	-0,249	0,083	0,180
	40-44	-0,187	0,114	1,000
	45-49	-0,291	0,097	0,170
	50-54	-0,250	0,097	0,505

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 84: análisis de varianza Bonferroni para el módulo vectorial entre los puntos **gn-gn'** para el sexo masculino. Datos en cm.

Edad	Grupos de edad	gn – gn'		
		Dif. med	Error típ	Sig.
15-19	20-24	-0,065	0,154	1,000
	25-29	-0,155	0,138	1,000
	30-34	-0,099	0,154	1,000
	35-39	-0,104	0,116	1,000
	40-44	-0,088	0,138	1,000
	45-49	-0,221	0,138	1,000
	50-54	-0,382	0,123	0,168
	55-60	0,008	0,119	1,000
20-24	15-19	0,065	0,154	1,000
	25-29	-0,090	0,154	1,000
	30-34	-0,034	0,168	1,000
	35-39	-0,039	0,135	1,000
	40-44	-0,023	0,154	1,000
	45-49	-0,156	0,154	1,000
	50-54	-0,317	0,141	1,000
	55-60	0,073	0,138	1,000
25-29	15-19	0,155	0,138	1,000
	20-24	0,090	0,154	1,000
	30-34	0,056	0,154	1,000
	35-39	0,051	0,116	1,000
	40-44	0,067	0,138	1,000
	45-49	-0,066	0,138	1,000
	50-54	-0,228	0,123	1,000
	55-60	0,163	0,119	1,000
30-34	15-19	0,099	0,154	1,000
	20-24	0,034	0,168	1,000
	25-29	-0,056	0,154	1,000
	35-39	-0,005	0,135	1,000
	40-44	0,011	0,154	1,000
	45-49	-0,122	0,154	1,000
	50-54	-0,284	0,141	1,000
	55-60	0,107	0,138	1,000
35-39	15-19	0,104	0,116	1,000
	20-24	0,039	0,135	1,000
	25-29	-0,051	0,116	1,000
	30-34	0,005	0,135	1,000
	40-44	0,016	0,116	1,000
	45-49	-0,117	0,116	1,000
	50-54	-0,278	0,099	0,333
	55-60	0,112	0,094	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 84. (continuación)

Edad	Grupos de edad	gn – gn'		
		Dif. med	Error típ	Sig.
40-44	15-19	0,088	0,138	1,000
	20-24	0,023	0,154	1,000
	25-29	-0,067	0,138	1,000
	30-34	-0,011	0,154	1,000
	35-39	-0,016	0,116	1,000
	45-49	-0,133	0,138	1,000
	50-54	-0,294	0,123	0,886
	55-60	0,096	0,119	1,000
45-49	15-19	0,221	0,138	1,000
	20-24	0,156	0,154	1,000
	25-29	0,066	0,138	1,000
	30-34	0,122	0,154	1,000
	35-39	0,117	0,116	1,000
	40-44	0,133	0,138	1,000
	50-54	-0,161	0,123	1,000
	55-60	0,229	0,119	1,000
50-54	15-19	0,382	0,123	0,168
	20-24	0,317	0,141	1,000
	25-29	0,228	0,123	1,000
	30-34	0,284	0,141	1,000
	35-39	0,278	0,099	0,333
	40-44	0,294	0,123	0,886
	45-49	0,161	0,123	1,000
	55-60	0,390	0,102	0,028
55-60	15-19	-0,008	0,119	1,000
	20-24	-0,073	0,138	1,000
	25-29	-0,163	0,119	1,000
	30-34	-0,107	0,138	1,000
	35-39	-0,112	0,094	1,000
	40-44	-0,096	0,119	1,000
	45-49	-0,229	0,119	1,000
	50-54	-0,390	0,102	0,028

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 85: análisis de varianza Bonferroni para el módulo vectorial entre los puntos **sfz-ec** en ambos lados para el sexo femenino. Datos en cm.

Edad	Grupos de edad	Lado izquierdo			Lado derecho		
		Dif. med	Error típ	Sig.	Dif. med	Error típ	Sig.
15-19	20-24	-0,068	0,060	1,000	-0,005	0,063	1,000
	25-29	-0,091	0,065	1,000	-0,058	0,067	1,000
	30-34	-0,061	0,051	1,000	-0,041	0,054	1,000
	35-39	-0,041	0,053	1,000	-0,038	0,055	1,000
	40-44	-0,146	0,053	0,245	-0,083	0,055	1,000
	45-49	-0,195	0,052	0,008	-0,101	0,054	1,000
	50-54	-0,123	0,056	1,000	-0,103	0,060	1,000
	55-60	-0,177	0,052	0,030	-0,134	0,055	0,534
20-24	15-19	0,068	0,060	1,000	0,005	0,063	1,000
	25-29	-0,023	0,068	1,000	-0,054	0,068	1,000
	30-34	0,007	0,054	1,000	-0,036	0,056	1,000
	35-39	0,027	0,056	1,000	-0,034	0,058	1,000
	40-44	-0,078	0,056	1,000	-0,078	0,058	1,000
	45-49	-0,127	0,055	0,772	-0,096	0,056	1,000
	50-54	-0,055	0,058	1,000	-0,099	0,062	1,000
	55-60	-0,109	0,055	1,000	-0,130	0,057	0,845
25-29	15-19	0,091	0,065	1,000	0,058	0,067	1,000
	20-24	0,023	0,068	1,000	0,054	0,068	1,000
	30-34	0,030	0,061	1,000	0,017	0,060	1,000
	35-39	0,050	0,062	1,000	0,020	0,062	1,000
	40-44	-0,055	0,062	1,000	-0,025	0,062	1,000
	45-49	-0,104	0,061	1,000	-0,042	0,061	1,000
	50-54	-0,032	0,064	1,000	-0,045	0,066	1,000
	55-60	-0,086	0,061	1,000	-0,076	0,061	1,000
30-34	15-19	0,061	0,051	1,000	0,041	0,054	1,000
	20-24	-0,007	0,054	1,000	0,036	0,056	1,000
	25-29	-0,030	0,061	1,000	-0,017	0,060	1,000
	35-39	0,020	0,047	1,000	0,003	0,048	1,000
	40-44	-0,085	0,047	1,000	-0,042	0,048	1,000
	45-49	-0,134	0,045	0,126	-0,060	0,046	1,000
	50-54	-0,063	0,050	1,000	-0,062	0,053	1,000
	55-60	-0,116	0,046	0,435	-0,093	0,047	1,000
35-39	15-19	0,041	0,053	1,000	0,038	0,055	1,000
	20-24	-0,027	0,056	1,000	0,034	0,058	1,000
	25-29	-0,050	0,062	1,000	-0,020	0,062	1,000
	30-34	-0,020	0,047	1,000	-0,003	0,048	1,000
	40-44	-0,105	0,049	1,000	-0,045	0,050	1,000
	45-49	-0,154	0,047	0,047	-0,062	0,049	1,000
	50-54	-0,082	0,051	1,000	-0,065	0,055	1,000
	55-60	-0,136	0,047	0,172	-0,096	0,049	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 85. (continuación)

Edad	Grupos de edad	Lado izquierdo			Lado derecho		
		Dif. med	Error típ	Sig.	Dif. med	Error típ	Sig.
40-44	15-19	0,146	0,053	0,245	0,083	0,055	1,000
	20-24	0,078	0,056	1,000	0,078	0,058	1,000
	25-29	0,055	0,062	1,000	0,025	0,062	1,000
	30-34	0,085	0,047	1,000	0,042	0,048	1,000
	35-39	0,105	0,049	1,000	0,045	0,050	1,000
	45-49	-0,049	0,048	1,000	-0,018	0,049	1,000
	50-54	0,023	0,052	1,000	-0,020	0,055	1,000
	55-60	-0,031	0,048	1,000	-0,051	0,049	1,000
45-49	15-19	0,195	0,052	0,008	0,101	0,054	1,000
	20-24	0,127	0,055	0,772	0,096	0,056	1,000
	25-29	0,104	0,061	1,000	0,042	0,061	1,000
	30-34	0,134	0,045	0,126	0,060	0,046	1,000
	35-39	0,154	0,047	0,047	0,062	0,049	1,000
	40-44	0,049	0,048	1,000	0,018	0,049	1,000
	50-54	0,071	0,050	1,000	-0,003	0,053	1,000
	55-60	0,018	0,046	1,000	-0,034	0,048	1,000
50-54	15-19	0,123	0,056	1,000	0,103	0,060	1,000
	20-24	0,055	0,058	1,000	0,099	0,062	1,000
	25-29	0,032	0,064	1,000	0,045	0,066	1,000
	30-34	0,063	0,050	1,000	0,062	0,053	1,000
	35-39	0,082	0,051	1,000	0,065	0,055	1,000
	40-44	-0,023	0,052	1,000	0,020	0,055	1,000
	45-49	-0,071	0,050	1,000	0,003	0,053	1,000
	55-60	-0,053	0,050	1,000	-0,031	0,054	1,000
55-60	15-19	0,177	0,052	0,030	0,134	0,055	0,534
	20-24	0,109	0,055	1,000	0,130	0,057	0,845
	25-29	0,086	0,061	1,000	0,076	0,061	1,000
	30-34	0,116	0,046	0,435	0,093	0,047	1,000
	35-39	0,136	0,047	0,172	0,096	0,049	1,000
	40-44	0,031	0,048	1,000	0,051	0,049	1,000
	45-49	-0,018	0,046	1,000	0,034	0,048	1,000
	50-54	0,053	0,050	1,000	0,031	0,054	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 86: análisis de varianza Bonferroni para el módulo vectorial entre los puntos **da-en** en ambos lados para el sexo femenino. Datos en cm.

Edad	Grupos de edad	Lado izquierdo			Lado derecho		
		Dif. med	Error típ	Sig.	Dif. med	Error típ	Sig.
15-19	20-24	-0,057	0,067	1,000	-0,102	0,066	1,000
	25-29	-0,064	0,070	1,000	-0,115	0,068	1,000
	30-34	-0,096	0,058	1,000	-0,109	0,057	1,000
	35-39	-0,137	0,059	0,748	-0,192	0,058	0,037
	40-44	-0,081	0,059	1,000	-0,110	0,058	1,000
	45-49	-0,191	0,058	0,041	-0,209	0,057	0,012
	50-54	-0,128	0,062	1,000	-0,180	0,061	0,125
	55-60	-0,181	0,058	0,080	-0,249	0,058	0,001
20-24	15-19	0,057	0,067	1,000	0,102	0,066	1,000
	25-29	-0,007	0,072	1,000	-0,013	0,069	1,000
	30-34	-0,039	0,061	1,000	-0,007	0,058	1,000
	35-39	-0,080	0,061	1,000	-0,091	0,059	1,000
	40-44	-0,024	0,061	1,000	-0,009	0,059	1,000
	45-49	-0,135	0,060	0,976	-0,107	0,059	1,000
	50-54	-0,071	0,065	1,000	-0,079	0,062	1,000
	55-60	-0,124	0,061	1,000	-0,148	0,059	0,475
25-29	15-19	0,064	0,070	1,000	0,115	0,068	1,000
	20-24	0,007	0,072	1,000	0,013	0,069	1,000
	30-34	-0,032	0,064	1,000	0,006	0,061	1,000
	35-39	-0,073	0,064	1,000	-0,078	0,062	1,000
	40-44	-0,016	0,064	1,000	0,004	0,062	1,000
	45-49	-0,127	0,064	1,000	-0,094	0,062	1,000
	50-54	-0,064	0,068	1,000	-0,066	0,065	1,000
	55-60	-0,117	0,064	1,000	-0,134	0,062	1,000
30-34	15-19	0,096	0,058	1,000	0,109	0,057	1,000
	20-24	0,039	0,061	1,000	0,007	0,058	1,000
	25-29	0,032	0,064	1,000	-0,006	0,061	1,000
	35-39	-0,041	0,051	1,000	-0,083	0,049	1,000
	40-44	0,015	0,051	1,000	-0,001	0,049	1,000
	45-49	-0,095	0,050	1,000	-0,100	0,048	1,000
	50-54	-0,032	0,055	1,000	-0,071	0,053	1,000
	55-60	-0,085	0,051	1,000	-0,140	0,049	0,171
35-39	15-19	0,137	0,059	0,748	0,192	0,058	0,037
	20-24	0,080	0,061	1,000	0,091	0,059	1,000
	25-29	0,073	0,064	1,000	0,078	0,062	1,000
	30-34	0,041	0,051	1,000	0,083	0,049	1,000
	40-44	0,056	0,052	1,000	0,082	0,050	1,000
	45-49	-0,054	0,051	1,000	-0,017	0,049	1,000
	50-54	0,009	0,056	1,000	0,012	0,054	1,000
	55-60	-0,044	0,051	1,000	-0,057	0,050	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 86. (continuación)

Edad	Grupos de edad	Lado izquierdo			Lado derecho		
		Dif. med	Error típ	Sig.	Dif. med	Error típ	Sig.
40-44	15-19	0,081	0,059	1,000	0,110	0,058	1,000
	20-24	0,024	0,061	1,000	0,009	0,059	1,000
	25-29	0,016	0,064	1,000	-0,004	0,062	1,000
	30-34	-0,015	0,051	1,000	0,001	0,049	1,000
	35-39	-0,056	0,052	1,000	-0,082	0,050	1,000
	45-49	-0,111	0,051	1,000	-0,099	0,049	1,000
	50-54	-0,048	0,056	1,000	-0,070	0,054	1,000
	55-60	-0,100	0,051	1,000	-0,139	0,050	0,216
45-49	15-19	0,191	0,058	0,041	0,209	0,057	0,012
	20-24	0,135	0,060	0,976	0,107	0,059	1,000
	25-29	0,127	0,064	1,000	0,094	0,062	1,000
	30-34	0,095	0,050	1,000	0,100	0,048	1,000
	35-39	0,054	0,051	1,000	0,017	0,049	1,000
	40-44	0,111	0,051	1,000	0,099	0,049	1,000
	50-54	0,063	0,055	1,000	0,029	0,053	1,000
	55-60	0,011	0,050	1,000	-0,040	0,049	1,000
50-54	15-19	0,128	0,062	1,000	0,180	0,061	0,125
	20-24	0,071	0,065	1,000	0,079	0,062	1,000
	25-29	0,064	0,068	1,000	0,066	0,065	1,000
	30-34	0,032	0,055	1,000	0,071	0,053	1,000
	35-39	-0,009	0,056	1,000	-0,012	0,054	1,000
	40-44	0,048	0,056	1,000	0,070	0,054	1,000
	45-49	-0,063	0,055	1,000	-0,029	0,053	1,000
	55-60	-0,053	0,055	1,000	-0,069	0,054	1,000
55-60	15-19	0,181	0,058	0,080	0,249	0,058	0,001
	20-24	0,124	0,061	1,000	0,148	0,059	0,475
	25-29	0,117	0,064	1,000	0,134	0,062	1,000
	30-34	0,085	0,051	1,000	0,140	0,049	0,171
	35-39	0,044	0,051	1,000	0,057	0,050	1,000
	40-44	0,100	0,051	1,000	0,139	0,050	0,216
	45-49	-0,011	0,050	1,000	0,040	0,049	1,000
	50-54	0,053	0,055	1,000	0,069	0,054	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 87: análisis de varianza Bonferroni para el módulo vectorial entre los puntos **g-g'** para el sexo femenino. Datos en cm.

Edad	Grupos de edad	g – g'		
		Dif. med	Error típ	Sig.
15-19	20-24	-0,011	0,045	1,000
	25-29	0,011	0,049	1,000
	30-34	0,039	0,038	1,000
	35-39	0,037	0,039	1,000
	40-44	0,032	0,039	1,000
	45-49	0,040	0,039	1,000
	50-54	-0,034	0,041	1,000
	55-60	-0,096	0,039	0,526
	15-19	0,011	0,045	1,000
	25-29	0,022	0,052	1,000
	30-34	0,050	0,041	1,000
	35-39	0,048	0,042	1,000
	40-44	0,044	0,042	1,000
	45-49	0,051	0,042	1,000
20-24	50-54	-0,023	0,044	1,000
	55-60	-0,085	0,043	1,000
25-29	15-19	-0,011	0,049	1,000
	20-24	-0,022	0,052	1,000
	30-34	0,028	0,046	1,000
	35-39	0,026	0,047	1,000
	40-44	0,022	0,047	1,000
	45-49	0,029	0,047	1,000
	50-54	-0,045	0,048	1,000
	55-60	-0,107	0,047	0,862
30-34	15-19	-0,039	0,038	1,000
	20-24	-0,050	0,041	1,000
	25-29	-0,028	0,046	1,000
	35-39	-0,002	0,034	1,000
	40-44	-0,007	0,034	1,000
	45-49	0,001	0,034	1,000
	50-54	-0,073	0,036	1,000
	55-60	-0,135	0,034	0,004
35-39	15-19	-0,037	0,039	1,000
	20-24	-0,048	0,042	1,000
	25-29	-0,026	0,047	1,000
	30-34	0,002	0,034	1,000
	40-44	-0,005	0,035	1,000
	45-49	0,002	0,035	1,000
	50-54	-0,072	0,037	1,000
	55-60	-0,134	0,035	0,008

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 87. (continuación)

Edad	Grupos de edad	g - g'		
		Dif. med	Error típ	Sig.
40-44	15-19	-0,032	0,039	1,000
	20-24	-0,044	0,042	1,000
	25-29	-0,022	0,047	1,000
	30-34	0,007	0,034	1,000
	35-39	0,005	0,035	1,000
	45-49	0,007	0,035	1,000
	50-54	-0,067	0,037	1,000
	55-60	-0,129	0,035	0,014
45-49	15-19	-0,040	0,039	1,000
	20-24	-0,051	0,042	1,000
	25-29	-0,029	0,047	1,000
	30-34	-0,001	0,034	1,000
	35-39	-0,002	0,035	1,000
	40-44	-0,007	0,035	1,000
	50-54	-0,074	0,037	1,000
	55-60	-0,136	0,035	0,006
50-54	15-19	0,034	0,041	1,000
	20-24	0,023	0,044	1,000
	25-29	0,045	0,048	1,000
	30-34	0,073	0,036	1,000
	35-39	0,072	0,037	1,000
	40-44	0,067	0,037	1,000
	45-49	0,074	0,037	1,000
	55-60	-0,062	0,038	1,000
55-60	15-19	0,096	0,039	0,526
	20-24	0,085	0,043	1,000
	25-29	0,107	0,047	0,862
	30-34	0,135	0,034	0,004
	35-39	0,134	0,035	0,008
	40-44	0,129	0,035	0,014
	45-49	0,136	0,035	0,006
	50-54	0,062	0,038	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 88: análisis de varianza Bonferroni para el módulo vectorial entre los puntos $n-n'$ para el sexo femenino. Datos en cm.

Edad	Grupos de edad	n – n,		
		Dif. med	Error típ	Sig.
15-19	20-24	0,033	0,075	1,000
	25-29	-0,021	0,083	1,000
	30-34	0,019	0,061	1,000
	35-39	0,044	0,063	1,000
	40-44	0,104	0,062	1,000
	45-49	0,036	0,062	1,000
	50-54	-0,013	0,066	1,000
	55-60	0,006	0,063	1,000
20-24	15-19	-0,033	0,075	1,000
	25-29	-0,054	0,090	1,000
	30-34	-0,014	0,069	1,000
	35-39	0,010	0,071	1,000
	40-44	0,071	0,070	1,000
	45-49	0,003	0,070	1,000
	50-54	-0,046	0,074	1,000
	55-60	-0,027	0,071	1,000
25-29	15-19	0,021	0,083	1,000
	20-24	0,054	0,090	1,000
	30-34	0,040	0,078	1,000
	35-39	0,065	0,079	1,000
	40-44	0,125	0,079	1,000
	45-49	0,057	0,078	1,000
	50-54	0,008	0,082	1,000
	55-60	0,027	0,080	1,000
30-34	15-19	-0,019	0,061	1,000
	20-24	0,014	0,069	1,000
	25-29	-0,040	0,078	1,000
	35-39	0,024	0,055	1,000
	40-44	0,085	0,054	1,000
	45-49	0,017	0,053	1,000
	50-54	-0,032	0,059	1,000
	55-60	-0,013	0,055	1,000
35-39	15-19	-0,044	0,063	1,000
	20-24	-0,010	0,071	1,000
	25-29	-0,065	0,079	1,000
	30-34	-0,024	0,055	1,000
	40-44	0,061	0,056	1,000
	45-49	-0,007	0,056	1,000
	50-54	-0,057	0,061	1,000
	55-60	-0,038	0,057	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 88. (continuación)

Edad	Grupos de edad	n – n'		
		Dif. med	Error típ	Sig.
40-44	15-19	-0,104	0,062	1,000
	20-24	-0,071	0,070	1,000
	25-29	-0,125	0,079	1,000
	30-34	-0,085	0,054	1,000
	35-39	-0,061	0,056	1,000
	45-49	-0,068	0,055	1,000
	50-54	-0,117	0,060	1,000
	55-60	-0,098	0,057	1,000
45-49	15-19	-0,036	0,062	1,000
	20-24	-0,003	0,070	1,000
	25-29	-0,057	0,078	1,000
	30-34	-0,017	0,053	1,000
	35-39	0,007	0,056	1,000
	40-44	0,068	0,055	1,000
	50-54	-0,049	0,060	1,000
	55-60	-0,031	0,056	1,000
50-54	15-19	0,013	0,066	1,000
	20-24	0,046	0,074	1,000
	25-29	-0,008	0,082	1,000
	30-34	0,032	0,059	1,000
	35-39	0,057	0,061	1,000
	40-44	0,117	0,060	1,000
	45-49	0,049	0,060	1,000
	55-60	0,019	0,061	1,000
55-60	15-19	-0,006	0,063	1,000
	20-24	0,027	0,071	1,000
	25-29	-0,027	0,080	1,000
	30-34	0,013	0,055	1,000
	35-39	0,038	0,057	1,000
	40-44	0,098	0,057	1,000
	45-49	0,031	0,056	1,000
	50-54	-0,019	0,061	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 89: análisis de varianza Bonferroni para el módulo vectorial entre los puntos **ns-sn** y **ENA-sn** para el sexo femenino. Datos en cm.

Edad	Grupos de edad	ns - sn			ENA - sn		
		Dif. med	Error típ	Sig.	Dif. med	Error típ	Sig.
15-19	20-24	-0,052	0,107	1,000	0,096	0,104	1,000
	25-29	-0,003	0,123	1,000	0,004	0,120	1,000
	30-34	0,077	0,097	1,000	0,044	0,094	1,000
	35-39	0,174	0,095	1,000	0,086	0,092	1,000
	40-44	-0,043	0,101	1,000	-0,101	0,098	1,000
	45-49	0,167	0,104	1,000	0,122	0,101	1,000
	50-54	-0,014	0,107	1,000	-0,024	0,104	1,000
20-24	55-60	0,122	0,107	1,000	0,007	0,104	1,000
	15-19	0,052	0,107	1,000	-0,096	0,104	1,000
	25-29	0,049	0,129	1,000	-0,091	0,125	1,000
	30-34	0,128	0,103	1,000	-0,052	0,100	1,000
	35-39	0,226	0,101	1,000	-0,009	0,099	1,000
	40-44	0,009	0,107	1,000	-0,197	0,104	1,000
	45-49	0,219	0,110	1,000	0,026	0,107	1,000
25-29	50-54	0,037	0,113	1,000	-0,119	0,110	1,000
	55-60	0,174	0,113	1,000	-0,088	0,110	1,000
	15-19	0,003	0,123	1,000	-0,004	0,120	1,000
	20-24	-0,049	0,129	1,000	0,091	0,125	1,000
	30-34	0,080	0,120	1,000	0,039	0,117	1,000
	35-39	0,177	0,119	1,000	0,082	0,116	1,000
	40-44	-0,040	0,123	1,000	-0,106	0,120	1,000
30-34	45-49	0,171	0,126	1,000	0,118	0,122	1,000
	50-54	-0,011	0,129	1,000	-0,028	0,125	1,000
	55-60	0,126	0,129	1,000	0,003	0,125	1,000
	15-19	-0,077	0,097	1,000	-0,044	0,094	1,000
	20-24	-0,128	0,103	1,000	0,052	0,100	1,000
	25-29	-0,080	0,120	1,000	-0,039	0,117	1,000
	35-39	0,097	0,090	1,000	0,043	0,088	1,000
35-39	40-44	-0,119	0,097	1,000	-0,145	0,094	1,000
	45-49	0,091	0,099	1,000	0,078	0,097	1,000
	50-54	-0,091	0,103	1,000	-0,068	0,100	1,000
	55-60	0,046	0,103	1,000	-0,036	0,100	1,000
	15-19	-0,174	0,095	1,000	-0,086	0,092	1,000
	20-24	-0,226	0,101	1,000	0,009	0,099	1,000
	25-29	-0,177	0,119	1,000	-0,082	0,116	1,000
	30-34	-0,097	0,090	1,000	-0,043	0,088	1,000
	40-44	-0,217	0,095	0,901	-0,187	0,092	1,000
	45-49	-0,007	0,098	1,000	0,036	0,095	1,000
	50-54	-0,188	0,101	1,000	-0,110	0,099	1,000
	55-60	-0,052	0,101	1,000	-0,079	0,099	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 89. (continuación)

Edad	Grupos de edad	ns - sn			ENA - sn		
		Dif. med	Error típ	Sig.	Dif. med	Error típ	Sig.
40-44	15-19	0,043	0,101	1,000	0,101	0,098	1,000
	20-24	-0,009	0,107	1,000	0,197	0,104	1,000
	25-29	0,040	0,123	1,000	0,106	0,120	1,000
	30-34	0,119	0,097	1,000	0,145	0,094	1,000
	35-39	0,217	0,095	0,901	0,187	0,092	1,000
	45-49	0,210	0,104	1,000	0,223	0,101	1,000
	50-54	0,029	0,107	1,000	0,077	0,104	1,000
45-49	55-60	0,165	0,107	1,000	0,109	0,104	1,000
	15-19	-0,167	0,104	1,000	-0,122	0,101	1,000
	20-24	-0,219	0,110	1,000	-0,026	0,107	1,000
	25-29	-0,171	0,126	1,000	-0,118	0,122	1,000
	30-34	-0,091	0,099	1,000	-0,078	0,097	1,000
	35-39	0,007	0,098	1,000	-0,036	0,095	1,000
	40-44	-0,210	0,104	1,000	-0,223	0,101	1,000
50-54	50-54	-0,182	0,110	1,000	-0,146	0,107	1,000
	55-60	-0,045	0,110	1,000	-0,115	0,107	1,000
	15-19	0,014	0,107	1,000	0,024	0,104	1,000
	20-24	-0,037	0,113	1,000	0,119	0,110	1,000
	25-29	0,011	0,129	1,000	0,028	0,125	1,000
	30-34	0,091	0,103	1,000	0,068	0,100	1,000
	35-39	0,188	0,101	1,000	0,110	0,099	1,000
55-60	40-44	-0,029	0,107	1,000	-0,077	0,104	1,000
	45-49	0,182	0,110	1,000	0,146	0,107	1,000
	55-60	0,137	0,113	1,000	0,031	0,110	1,000
	15-19	-0,122	0,107	1,000	-0,007	0,104	1,000
	20-24	-0,174	0,113	1,000	0,088	0,110	1,000
	25-29	-0,126	0,129	1,000	-0,003	0,125	1,000
	30-34	-0,046	0,103	1,000	0,036	0,100	1,000
	35-39	0,052	0,101	1,000	0,079	0,099	1,000
	40-44	-0,165	0,107	1,000	-0,109	0,104	1,000
	45-49	0,045	0,110	1,000	0,115	0,107	1,000
	50-54	-0,137	0,113	1,000	-0,031	0,110	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 90: análisis de varianza Bonferroni para el módulo vectorial entre los puntos **al-al'** en ambos lados para el sexo femenino. Datos en cm.

Edad	Grupos de edad	lado izquierdo			lado derecho		
		Dif. med	Error típ	Sig.	Dif. med	Error típ	Sig.
15-19	20-24	0,038	0,049	1,000	-0,013	0,051	1,000
	25-29	-0,039	0,062	1,000	-0,018	0,064	1,000
	30-34	0,051	0,047	1,000	0,017	0,049	1,000
	35-39	0,046	0,047	1,000	-0,010	0,049	1,000
	40-44	-0,008	0,048	1,000	-0,014	0,050	1,000
	45-49	-0,044	0,047	1,000	-0,071	0,049	1,000
	50-54	-0,079	0,053	1,000	-0,044	0,056	1,000
20-24	55-60	-0,087	0,047	1,000	-0,137	0,049	0,242
	15-19	-0,038	0,049	1,000	0,013	0,051	1,000
	25-29	-0,076	0,061	1,000	-0,005	0,063	1,000
	30-34	0,013	0,046	1,000	0,030	0,048	1,000
	35-39	0,009	0,045	1,000	0,002	0,047	1,000
	40-44	-0,045	0,047	1,000	-0,001	0,049	1,000
	45-49	-0,081	0,045	1,000	-0,059	0,047	1,000
25-29	50-54	-0,116	0,052	1,000	-0,031	0,054	1,000
	55-60	-0,124	0,046	0,299	-0,124	0,048	0,410
	15-19	0,039	0,062	1,000	0,018	0,064	1,000
	20-24	0,076	0,061	1,000	0,005	0,063	1,000
	30-34	0,090	0,059	1,000	0,034	0,062	1,000
	35-39	0,085	0,059	1,000	0,007	0,061	1,000
	40-44	0,031	0,060	1,000	0,004	0,062	1,000
30-34	45-49	-0,005	0,059	1,000	-0,054	0,061	1,000
	50-54	-0,040	0,064	1,000	-0,026	0,067	1,000
	55-60	-0,048	0,059	1,000	-0,119	0,062	1,000
	15-19	-0,051	0,047	1,000	-0,017	0,049	1,000
	20-24	-0,013	0,046	1,000	-0,030	0,048	1,000
	25-29	-0,090	0,059	1,000	-0,034	0,062	1,000
	35-39	-0,005	0,043	1,000	-0,027	0,045	1,000
35-39	40-44	-0,059	0,045	1,000	-0,030	0,047	1,000
	45-49	-0,095	0,043	1,000	-0,088	0,045	1,000
	50-54	-0,130	0,051	0,429	-0,061	0,053	1,000
	55-60	-0,138	0,044	0,087	-0,154	0,046	0,044
	15-19	-0,046	0,047	1,000	0,010	0,049	1,000
	20-24	-0,009	0,045	1,000	-0,002	0,047	1,000
	25-29	-0,085	0,059	1,000	-0,007	0,061	1,000
	30-34	0,005	0,043	1,000	0,027	0,045	1,000
	40-44	-0,054	0,044	1,000	-0,003	0,046	1,000
	45-49	-0,090	0,042	1,000	-0,061	0,044	1,000
	50-54	-0,125	0,050	0,500	-0,033	0,052	1,000
	55-60	-0,133	0,043	0,101	-0,126	0,045	0,226

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 90. (continuación)

Edad	Grupos de edad	lado izquierdo			lado derecho		
		Dif. med	Error típ	Sig.	Dif. med	Error típ	Sig.
40-44	15-19	0,008	0,048	1,000	0,014	0,050	1,000
	20-24	0,045	0,047	1,000	0,001	0,049	1,000
	25-29	-0,031	0,060	1,000	-0,004	0,062	1,000
	30-34	0,059	0,045	1,000	0,030	0,047	1,000
	35-39	0,054	0,044	1,000	0,003	0,046	1,000
	45-49	-0,036	0,044	1,000	-0,058	0,046	1,000
	50-54	-0,071	0,051	1,000	-0,030	0,053	1,000
	55-60	-0,079	0,045	1,000	-0,123	0,047	0,365
45-49	15-19	0,044	0,047	1,000	0,071	0,049	1,000
	20-24	0,081	0,045	1,000	0,059	0,047	1,000
	25-29	0,005	0,059	1,000	0,054	0,061	1,000
	30-34	0,095	0,043	1,000	0,088	0,045	1,000
	35-39	0,090	0,042	1,000	0,061	0,044	1,000
	40-44	0,036	0,044	1,000	0,058	0,046	1,000
	50-54	-0,035	0,050	1,000	0,028	0,052	1,000
	55-60	-0,043	0,043	1,000	-0,065	0,045	1,000
50-54	15-19	0,079	0,053	1,000	0,044	0,056	1,000
	20-24	0,116	0,052	1,000	0,031	0,054	1,000
	25-29	0,040	0,064	1,000	0,026	0,067	1,000
	30-34	0,130	0,051	0,429	0,061	0,053	1,000
	35-39	0,125	0,050	0,500	0,033	0,052	1,000
	40-44	0,071	0,051	1,000	0,030	0,053	1,000
	45-49	0,035	0,050	1,000	-0,028	0,052	1,000
	55-60	-0,008	0,051	1,000	-0,093	0,053	1,000
55-60	15-19	0,087	0,047	1,000	0,137	0,049	0,242
	20-24	0,124	0,046	0,299	0,124	0,048	0,410
	25-29	0,048	0,059	1,000	0,119	0,062	1,000
	30-34	0,138	0,044	0,087	0,154	0,046	0,044
	35-39	0,133	0,043	0,101	0,126	0,045	0,226
	40-44	0,079	0,045	1,000	0,123	0,047	0,365
	45-49	0,043	0,043	1,000	0,065	0,045	1,000
	50-54	0,008	0,051	1,000	0,093	0,053	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 91: análisis de varianza Bonferroni para el módulo vectorial entre los puntos **pr-ls** para el sexo femenino. Datos en cm.

Edad	Grupos de edad	pr – ls		
		Dif. med	Error típ	Sig.
15-19	20-24	0,074	0,093	1,000
	25-29	0,179	0,093	1,000
	30-34	0,121	0,076	1,000
	35-39	0,059	0,093	1,000
	40-44	0,121	0,079	1,000
	45-49	0,231	0,087	0,406
	50-54	0,130	0,103	1,000
	55-60	0,298	0,103	0,226
20-24	15-19	-0,074	0,093	1,000
	25-29	0,105	0,107	1,000
	30-34	0,047	0,093	1,000
	35-39	-0,015	0,107	1,000
	40-44	0,047	0,095	1,000
	45-49	0,157	0,102	1,000
	50-54	0,055	0,116	1,000
	55-60	0,224	0,116	1,000
25-29	15-19	-0,179	0,093	1,000
	20-24	-0,105	0,107	1,000
	30-34	-0,058	0,093	1,000
	35-39	-0,120	0,107	1,000
	40-44	-0,058	0,095	1,000
	45-49	0,051	0,102	1,000
	50-54	-0,050	0,116	1,000
	55-60	0,118	0,116	1,000
30-34	15-19	-0,121	0,076	1,000
	20-24	-0,047	0,093	1,000
	25-29	0,058	0,093	1,000
	35-39	-0,062	0,093	1,000
	40-44	0,000	0,079	1,000
	45-49	0,109	0,087	1,000
	50-54	0,008	0,103	1,000
	55-60	0,177	0,103	1,000
35-39	15-19	-0,059	0,093	1,000
	20-24	0,015	0,107	1,000
	25-29	0,120	0,107	1,000
	30-34	0,062	0,093	1,000
	40-44	0,062	0,095	1,000
	45-49	0,172	0,102	1,000
	50-54	0,070	0,116	1,000
	55-60	0,239	0,116	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 91. (continuación)

Edad	Grupos de edad	pr – ls		
		Dif. med	Error típ	Sig.
40-44	15-19	-0,121	0,079	1,000
	20-24	-0,047	0,095	1,000
	25-29	0,058	0,095	1,000
	30-34	0,000	0,079	1,000
	35-39	-0,062	0,095	1,000
	45-49	0,109	0,089	1,000
	50-54	0,008	0,105	1,000
45-49	55-60	0,176	0,105	1,000
	15-19	-0,231	0,087	0,406
	20-24	-0,157	0,102	1,000
	25-29	-0,051	0,102	1,000
	30-34	-0,109	0,087	1,000
	35-39	-0,172	0,102	1,000
	40-44	-0,109	0,089	1,000
50-54	50-54	-0,101	0,111	1,000
	55-60	0,067	0,111	1,000
	15-19	-0,130	0,103	1,000
	20-24	-0,055	0,116	1,000
	25-29	0,050	0,116	1,000
	30-34	-0,008	0,103	1,000
	35-39	-0,070	0,116	1,000
55-60	40-44	-0,008	0,105	1,000
	45-49	0,101	0,111	1,000
	55-60	0,168	0,124	1,000
	15-19	-0,298	0,103	0,226
	20-24	-0,224	0,116	1,000
	25-29	-0,118	0,116	1,000
	30-34	-0,177	0,103	1,000
	35-39	-0,239	0,116	1,000
	40-44	-0,176	0,105	1,000
	45-49	-0,067	0,111	1,000
	50-54	-0,168	0,124	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 92: análisis de varianza Bonferroni para el módulo vectorial entre los puntos **pg-pg'** para el sexo femenino. Datos en cm.

Edad	Grupos de edad	pg – pg'		
		Dif. med	Error típ	Sig.
15-19	20-24	0,290	0,162	1,000
	25-29	0,108	0,162	1,000
	30-34	0,004	0,129	1,000
	35-39	0,041	0,162	1,000
	40-44	0,040	0,125	1,000
	45-49	0,242	0,162	1,000
	50-54	-0,107	0,144	1,000
	55-60	-0,023	0,129	1,000
20-24	15-19	-0,290	0,162	1,000
	25-29	-0,183	0,177	1,000
	30-34	-0,286	0,148	1,000
	35-39	-0,249	0,177	1,000
	40-44	-0,250	0,144	1,000
	45-49	-0,048	0,177	1,000
	50-54	-0,398	0,162	0,814
	55-60	-0,314	0,148	1,000
25-29	15-19	-0,108	0,162	1,000
	20-24	0,183	0,177	1,000
	30-34	-0,104	0,148	1,000
	35-39	-0,066	0,177	1,000
	40-44	-0,068	0,144	1,000
	45-49	0,135	0,177	1,000
	50-54	-0,215	0,162	1,000
	55-60	-0,131	0,148	1,000
30-34	15-19	-0,004	0,129	1,000
	20-24	0,286	0,148	1,000
	25-29	0,104	0,148	1,000
	35-39	0,037	0,148	1,000
	40-44	0,036	0,107	1,000
	45-49	0,238	0,148	1,000
	50-54	-0,111	0,129	1,000
	55-60	-0,028	0,112	1,000
35-39	15-19	-0,041	0,162	1,000
	20-24	0,249	0,177	1,000
	25-29	0,066	0,177	1,000
	30-34	-0,037	0,148	1,000
	40-44	-0,001	0,144	1,000
	45-49	0,201	0,177	1,000
	50-54	-0,149	0,162	1,000
	55-60	-0,065	0,148	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 92. (continuación)

Edad	Grupos de edad	pg – pg'		
		Dif. med	Error típ	Sig.
40-44	15-19	-0,040	0,125	1,000
	20-24	0,250	0,144	1,000
	25-29	0,068	0,144	1,000
	30-34	-0,036	0,107	1,000
	35-39	0,001	0,144	1,000
	45-49	0,202	0,144	1,000
	50-54	-0,147	0,125	1,000
	55-60	-0,064	0,107	1,000
45-49	15-19	-0,242	0,162	1,000
	20-24	0,048	0,177	1,000
	25-29	-0,135	0,177	1,000
	30-34	-0,238	0,148	1,000
	35-39	-0,201	0,177	1,000
	40-44	-0,202	0,144	1,000
	50-54	-0,349	0,162	1,000
	55-60	-0,266	0,148	1,000
50-54	15-19	0,107	0,144	1,000
	20-24	0,398	0,162	0,814
	25-29	0,215	0,162	1,000
	30-34	0,111	0,129	1,000
	35-39	0,149	0,162	1,000
	40-44	0,147	0,125	1,000
	45-49	0,349	0,162	1,000
	55-60	0,084	0,129	1,000
55-60	15-19	0,023	0,129	1,000
	20-24	0,314	0,148	1,000
	25-29	0,131	0,148	1,000
	30-34	0,028	0,112	1,000
	35-39	0,065	0,148	1,000
	40-44	0,064	0,107	1,000
	45-49	0,266	0,148	1,000
	50-54	-0,084	0,129	1,000

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como puede observarse, no existen diferencias significativas, en cuanto a grupos de edad, en las medidas analizadas. Tan solo existen entre los grupos de edad extremos (g1 y g8-g9) con los grupos centrales (g2-g7). Por tanto, consideramos que se pueden establecer tres nuevas agrupaciones (tabla 93). Las diferencias entre los tres nuevos grupos pueden ser debidas a que en el primero, los rasgos faciales no están completamente formados (Paus *et al.*, 2001), mientras que en el siguiente la morfología de la cara no varía, contrariamente a lo que ocurre en el último grupo debido a que los cambios más acusados aparecen a partir de los 50 años (Fromby *et al.*, 1994; Ferrario *et al.*, 2003). Esto se puede relacionar con la posible laxitud de los tejidos cartilagosos, lo que se corresponde con las etapas de la morfología craneofacial recogidas por diversos autores, presentadas en el primer capítulo.

Tabla 93: grupos de edad establecidos tras la prueba de Bonferroni.

Intervalos de edad	Nuevos grupos de edad
15-19	G1
20-24	G2
25-29	
30-34	
35-39	
40-44	
45-49	
50-54	G3
55-60	

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tablas siguientes (94-143) se muestra la media y la desviación típica de cada una de las coordenadas tridimensionales que se han hallado, tanto en el tejido óseo como en la piel, separadas según los nuevos grupos de edad.

Tabla 94: coordenadas (X, Y, Z) del punto **sfz** de la órbita izquierda para el sexo masculino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	37	47,603	-65,455	-72,588	6,588	12,588	237,658
20-49	165	51,548	-73,903	-209,805	6,497	14,864	338,117
50-60	52	48,582	-70,874	-260,110	7,209	13,424	291,071

Tabla 95: coordenadas (X, Y, Z) del punto **ec** de la órbita izquierda para el sexo masculino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	37	46,824	-68,346	-81,498	6,571	11,537	237,872
20-49	165	50,570	-76,950	-219,597	6,860	14,218	338,082
50-60	52	46,584	-76,223	-269,820	7,175	12,693	290,993

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 96: coordenadas (X, Y, Z) del punto **sfz** de la órbita izquierda para el sexo femenino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	18	45,225	-63,700	-331,369	7,471	13,944	257,405
20-49	132	48,627	-66,060	-246,729	5,420	12,989	313,579
50-60	47	48,754	-72,775	-245,047	6,291	13,514	428,644

Tabla 97: coordenadas (X, Y, Z) del punto **ec** de la órbita izquierda para el sexo femenino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	18	45,086	-64,826	-341,655	7,945	13,799	257,172
20-49	132	47,451	-68,402	-257,268	5,511	12,764	313,798
50-60	47	47,193	-76,311	-256,068	7,073	13,299	428,743

Tabla 98: coordenadas (X, Y, Z) del punto **sfz** de la órbita derecha para el sexo masculino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	32	-47,710	-63,963	-68,613	6,579	12,004	235,612
20-49	163	-46,802	-73,881	-217,505	7,201	14,794	340,220
50-60	56	-48,862	-70,805	-279,336	6,787	16,697	288,125

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 99: coordenadas (X, Y, Z) del punto **ec** de la órbita derecha para el sexo masculino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	32	-46,185	-66,964	-77,779	7,451	11,339	235,947
20-49	163	-45,415	-77,583	-226,961	7,138	14,399	340,064
50-60	56	-47,033	-76,051	-288,731	7,596	16,486	288,182

Tabla 100: coordenadas (X, Y, Z) del punto **sfz** de la órbita derecha para el sexo femenino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	17	-45,411	-64,121	-351,432	7,386	13,765	252,056
20-49	135	-45,979	-65,266	-247,600	5,093	13,384	313,472
50-60	45	-44,245	-72,722	-246,614	5,784	13,504	434,985

Tabla 101: coordenadas (X, Y, Z) del punto **ec** de la órbita derecha para el sexo femenino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	17	-44,888	-65,719	-362,100	7,452	13,242	251,684
20-49	135	-44,491	-67,961	-258,169	5,321	12,864	313,586
50-60	45	-42,664	-76,145	-257,174	5,722	13,047	435,323

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 102: coordenadas (X, Y, Z) del punto **da** de la órbita izquierda para el sexo masculino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	27	9,194	-74,814	-83,698	5,175	12,757	256,952
20-49	158	9,935	-87,472	-225,765	6,883	15,446	339,117
50-60	48	6,873	-82,419	-250,337	6,911	15,519	290,918

Tabla 103: coordenadas (X, Y, Z) del punto **en** de la órbita izquierda para el sexo masculino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	27	18,526	-75,970	-89,230	5,748	12,291	257,030
20-49	158	19,821	-85,052	-233,593	6,705	14,518	339,852
50-60	48	17,001	-82,221	-258,629	7,054	13,318	291,892

Tabla 104: coordenadas (X, Y, Z) del punto **da** de la órbita izquierda para el sexo femenino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	16	7,381	-73,824	-378,540	8,088	11,537	240,972
20-49	129	8,980	-78,282	-260,628	4,997	12,819	313,733
50-60	45	8,695	-84,790	-262,860	6,301	12,265	432,258

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 105: coordenadas (X, Y, Z) del punto **en** de la órbita izquierda para el sexo femenino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	16	15,950	-71,570	-385,379	8,005	12,741	240,651
20-49	129	18,298	-76,143	-268,194	5,104	12,394	314,482
50-60	45	18,604	-82,586	-270,444	6,153	12,960	432,550

Tabla 106: coordenadas (X, Y, Z) del punto **da** de la órbita derecha para el sexo masculino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	26	-10,235	-74,292	-118,797	8,855	12,889	272,490
20-49	155	-5,611	-87,453	-226,842	8,339	15,557	340,391
50-60	50	-7,857	-82,070	-260,860	6,965	16,581	289,097

Tabla 107: coordenadas (X, Y, Z) del punto **en** de la órbita derecha para el sexo masculino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	26	-18,912	-75,082	-124,654	7,292	11,239	272,714
20-49	155	-14,975	-85,203	-235,290	7,943	14,481	341,120
50-60	50	-18,101	-81,712	-269,335	7,031	14,581	290,147

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 108: coordenadas (X, Y, Z) del punto **da** de la órbita derecha para el sexo femenino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	15	-7,869	-73,475	-404,441	7,760	12,204	225,269
20-49	129	-6,020	-77,891	-260,678	5,804	12,959	313,691
50-60	44	-4,250	-85,105	-268,664	6,300	12,558	435,263

Tabla 109: coordenadas (X, Y, Z) del punto **en** de la órbita derecha para el sexo femenino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	15	-15,984	-71,525	-411,370	7,521	13,110	225,626
20-49	129	-15,236	-76,146	-268,499	5,830	12,438	314,476
50-60	44	-13,977	-83,129	-277,055	6,714	12,842	435,505

Tabla 110: coordenadas (X, Y, Z) del punto **g** para el sexo masculino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	35	0,113	-89,780	-40,305	7,812	13,959	202,028
20-49	143	2,246	-98,943	-206,201	7,250	14,539	320,994
50-60	47	-0,149	-91,459	-246,917	6,869	17,944	294,101

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 111: coordenadas (X, Y, Z) del punto **g'** para el sexo masculino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	35	0,049	-95,633	-43,838	8,083	13,395	202,145
20-49	143	2,654	-104,909	-208,500	7,298	14,267	320,870
50-60	47	-0,074	-97,656	-248,508	6,997	17,871	294,261

Tabla 112 coordenadas (X, Y, Z) del punto **g** para el sexo femenino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	16	-0,004	-86,928	-364,216	8,305	13,086	240,859
20-49	116	1,790	-87,787	-239,643	5,314	13,223	316,638
50-60	40	2,966	-95,579	-225,669	6,234	14,089	453,968

Tabla 113: coordenadas (X, Y, Z) del punto **g'** para el sexo femenino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	16	0,137	-92,004	-368,043	8,511	13,013	241,151
20-49	116	2,063	-93,136	-242,227	5,422	13,116	316,567
50-60	40	3,499	-101,797	-228,402	6,563	14,154	453,775

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 114: coordenadas (X, Y, Z) del punto **n** para el sexo masculino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	28	0,031	-84,703	-79,353	7,783	13,809	258,702
20-49	150	2,159	-94,853	-206,609	7,018	15,200	342,666
50-60	46	-0,075	-89,232	-282,587	7,053	16,475	293,194

Tabla 115: coordenadas (X, Y, Z) del punto **n'** para el sexo masculino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	27	0,355	-90,692	-66,304	8,311	13,425	244,961
20-49	150	2,543	-101,330	-213,704	7,167	14,815	342,696
50-60	46	0,052	-96,408	-288,658	7,402	15,889	294,028

Tabla 116 coordenadas (X, Y, Z) del punto **n** para el sexo femenino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	16	-0,089	-81,383	-374,351	7,987	12,304	241,744
20-49	118	1,697	-84,048	-255,311	5,191	12,656	320,249
50-60	41	3,049	-90,804	-249,782	5,908	13,032	447,574

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 117: coordenadas (X, Y, Z) del punto **n'** para el sexo femenino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	16	-0,105	-86,884	-381,576	8,090	12,416	241,558
20-49	118	1,872	-89,468	-262,009	5,253	12,415	320,378
50-60	40	3,452	-97,111	-251,613	6,040	13,036	452,042

Tabla 118: coordenadas (X, Y, Z) del punto **ns** para el sexo masculino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	9	-1,716	-84,437	-298,808	7,382	12,621	380,859
20-49	75	2,249	-80,595	-226,781	6,924	14,104	403,848
50-60	25	1,250	-84,819	-368,568	10,937	15,168	282,502

Tabla 119: coordenadas (X, Y, Z) del punto **ENA** para el sexo masculino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	9	-1,076	-94,900	-300,394	7,542	14,490	381,382
20-49	75	2,388	-88,872	-228,727	7,008	14,299	404,203
50-60	25	1,305	-92,104	-368,950	11,299	15,243	282,285

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 120 coordenadas (X, Y, Z) del punto **sn** para el sexo masculino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	9	-1,721	-106,164	-303,503	8,226	12,718	382,239
20-49	75	2,487	-100,970	-233,222	7,129	14,479	403,951
50-60	25	1,269	-102,870	-374,178	11,967	16,237	281,077

Tabla 121: coordenadas (X, Y, Z) del punto **ns** para el sexo femenino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	10	-0,136	-68,318	-433,289	7,467	17,381	227,630
20-49	57	2,386	-71,946	-322,812	4,934	17,509	320,350
50-60	16	3,571	-79,930	-288,871	5,557	16,613	465,539

Tabla 122: coordenadas (X, Y, Z) del punto **ENA** para el sexo femenino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	10	0,145	-75,438	-435,422	7,513	18,170	227,788
20-49	57	2,546	-79,031	-324,680	4,915	17,783	320,266
50-60	16	3,558	-87,429	-289,449	5,662	16,448	465,718

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 123: coordenadas (X, Y, Z) del punto **sn** para el sexo femenino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	10	-0,261	-85,738	-440,823	7,093	18,633	228,333
20-49	57	2,587	-88,622	-329,961	5,290	18,108	319,943
50-60	16	3,885	-97,046	-294,946	6,325	17,471	464,457

Tabla 124: coordenadas (X, Y, Z) del punto **al** izquierdo para el sexo masculino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	12	7,772	-82,417	-210,756	7,656	12,021	359,942
20-49	98	13,484	-81,965	-206,095	6,566	15,031	394,743
50-60	35	12,802	-83,977	-382,790	8,902	14,180	266,637

Tabla 125: coordenadas (X, Y, Z) del punto **al'** izquierdo para el sexo masculino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	12	13,580	-89,973	-215,533	7,969	12,636	360,813
20-49	98	19,953	-88,533	-213,272	6,748	15,318	394,938
50-60	35	19,509	-89,855	-390,703	9,612	14,500	265,981

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 126: coordenadas (X, Y, Z) del punto **al** izquierdo para el sexo femenino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	10	10,867	-69,241	-476,836	9,024	17,325	187,344
20-49	69	13,424	-71,541	-321,749	5,195	16,053	310,009
50-60	21	14,497	-80,498	-253,038	5,410	14,662	480,549

Tabla 127: coordenadas (X, Y, Z) del punto **al'** izquierdo para el sexo femenino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	10	15,794	-74,536	-484,449	9,543	17,755	187,780
20-49	69	18,189	-76,745	-329,210	5,982	16,671	309,833
50-60	21	20,124	-85,481	-261,510	5,425	14,988	480,089

Tabla 128: coordenadas (X, Y, Z) del punto **al** derecho para el sexo masculino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	12	-13,608	-82,083	-210,731	8,201	12,300	359,876
20-49	98	-10,325	-82,134	-205,957	6,626	15,083	394,796
50-60	35	-11,397	-84,347	-382,972	9,237	14,689	266,625

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 129: coordenadas (X, Y, Z) del punto **al'** derecho para el sexo masculino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	12	-19,726	-90,803	-215,128	9,144	13,006	361,083
20-49	98	-16,048	-89,051	-213,840	6,844	15,510	394,927
50-60	35	-17,567	-91,172	-391,538	9,768	15,164	266,222

Tabla 130: coordenadas (X, Y, Z) del punto **al** derecho para el sexo femenino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	10	-10,309	-70,563	-476,468	8,778	17,106	187,534
20-49	69	-9,620	-71,799	-321,615	5,189	16,075	310,003
50-60	21	-8,690	-80,595	-252,830	5,427	14,714	480,462

Tabla 131: coordenadas (X, Y, Z) del punto **al'** derecho para el sexo femenino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	10	-14,632	-75,600	-484,738	8,701	17,893	188,047
20-49	69	-14,114	-77,261	-329,690	5,440	16,758	309,812
50-60	21	-13,929	-85,877	-261,810	6,142	15,153	479,948

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 132: coordenadas (X, Y, Z) del punto **pr** para el sexo masculino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	7	-4,024	-89,333	-326,551	7,235	16,027	422,975
20-49	37	3,056	-85,977	-159,955	8,989	18,939	405,885
50-60	7	-3,446	-89,480	-295,169	13,778	16,437	354,495

Tabla 133: coordenadas (X, Y, Z) del punto **ls** para el sexo masculino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	7	-4,081	-104,466	-326,709	8,294	16,670	423,300
20-49	37	3,579	-99,377	-164,895	9,182	19,690	405,053
50-60	7	-4,066	-102,283	-298,539	15,231	17,081	352,204

Tabla 134 coordenadas (X, Y, Z) del punto **pr** para el sexo femenino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	8	-2,244	-68,724	-417,871	5,334	14,853	246,280
20-49	32	1,959	-74,439	-329,193	4,537	22,078	308,400
50-60	6	-0,190	-80,532	-404,868	5,706	13,491	269,635

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 135: coordenadas (X, Y, Z) del punto **ls** para el sexo femenino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	8	-2,569	-81,695	-421,588	5,930	15,390	246,104
20-49	32	2,152	-85,415	-333,693	4,796	21,824	308,281
50-60	6	-0,355	-89,690	-409,708	6,149	12,896	268,261

Tabla 136: coordenadas (X, Y, Z) del punto **pg** para el sexo masculino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	5	-4,222	-99,480	-304,200	9,424	14,517	502,294
20-49	30	3,581	-78,769	-176,873	9,451	24,842	429,979
50-60	12	1,438	-90,051	-465,904	11,124	23,132	318,059

Tabla 137: coordenadas (X, Y, Z) del punto **pg'** para el sexo masculino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	5	-4,066	-110,906	-300,618	10,030	14,110	503,037
20-49	30	3,964	-91,552	-176,307	9,909	24,508	430,251
50-60	12	1,239	-101,528	-465,792	12,057	23,122	317,962

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 138: coordenadas (X, Y, Z) del punto **pg** para el sexo femenino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	3	1,580	-68,917	-248,113	3,414	10,728	326,655
20-49	19	3,066	-72,415	-307,307	3,408	31,284	342,343
50-60	8	3,628	-72,298	-423,259	6,270	23,630	271,039

Tabla 139: coordenadas (X, Y, Z) del punto **pg'** para el sexo femenino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	3	1,553	-80,120	-248,623	3,468	11,941	322,664
20-49	19	2,941	-82,672	-307,039	3,800	31,434	341,253
50-60	8	3,195	-84,329	-424,085	6,648	23,735	268,277

Tabla 140: coordenadas (X, Y, Z) del punto **gn** para el sexo masculino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	3	-1,873	-84,097	-539,080	12,037	10,784	559,019
20-49	21	2,469	-83,647	-198,375	10,113	27,197	327,967
50-60	11	-1,428	-92,059	-508,975	14,530	21,509	308,351

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 141: coordenadas (X, Y, Z) del punto **gn'** para el sexo masculino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	3	-3,113	-88,567	-545,367	13,930	8,058	560,568
20-49	20	2,657	-88,228	-219,761	10,305	28,428	329,920
50-60	11	-1,408	-97,678	-516,612	15,059	22,259	309,681

Tabla 142: coordenadas (X, Y, Z) del punto **gn** para el sexo femenino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	2	-0,785	-70,050	-325,745	1,662	8,980	429,164
20-49	14	3,654	-75,746	-360,924	3,317	29,661	367,084
50-60	6	2,878	-71,750	-375,068	7,142	23,943	297,634

Tabla 143: de coordenadas (X, Y, Z) del punto **gn'** para el sexo femenino, según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	Media			Desv. típ.		
		X	Y	Z	X	Y	Z
15-19	2	-0,425	-69,230	-332,230	2,284	15,754	427,715
20-49	14	3,361	-78,206	-366,479	3,435	30,758	366,893
50-60	6	2,755	-76,217	-383,707	7,703	23,241	295,836

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se muestra un análisis descriptivo de los resultados modulares con los nuevos grupos definidos. En la comparación del trabajo actual con el realizado también con TAC por Ishii *et al.*, (2011), se puede observar que las distancias que obtenemos son mayores. Esto se debe a que nuestro estudio no considera una relación perpendicular entre puntos sino la distancia euclídea entre los mismos.

Tabla 144: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **sfz-ec** para el sexo masculino (datos en cm.), según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	sfz-ec izquierda		N	sfz-ec derecha	
		Media	Desv. típ.		Media	Desv. típ.
15-19	37	1,016	0,156	32	1,122	0,227
20-49	165	1,106	0,179	163	1,100	0,179
50-60	52	1,205	0,188	56	1,174	0,184

Tabla 145: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **sfz-ec** para el sexo femenino (datos en cm.), según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	sfz-ec izquierda		N	sfz-ec derecha	
		Media	Desv. típ.		Media	Desv. típ.
15-19	18	1,075	0,161	17	1,107	0,167
20-49	132	1,179	0,183	135	1,165	0,180
50-60	47	1,229	0,158	45	1,228	0,166

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 146: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **da-en** para el sexo masculino (datos en cm.), según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	da-en izquierda		N	da-en derecha	
		Media	Desv. típ.		Media	Desv. típ.
15-19	27	1,156	0,193	26	1,136	0,150
20-49	158	1,345	0,197	155	1,352	0,210
50-60	48	1,396	0,204	50	1,418	0,212

Tabla 147: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **da-en** para el sexo femenino (datos en cm.), según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	da-en izquierda		N	da-en derecha	
		Media	Desv. típ.		Media	Desv. típ.
15-19	16	1,156	0,214	15	1,135	0,136
20-49	129	1,269	0,186	129	1,280	0,176
50-60	45	1,314	0,171	44	1,354	0,198

Tabla 148: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **g-g'** para el sexo masculino (datos en cm.), según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	g-g'	
		Media	Desv. típ.
15-19	35	0,729	0,130
20-49	143	0,687	0,115
50-60	47	0,689	0,128

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 149: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **g-g'** para el sexo femenino (datos en cm.), según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	g-g'	
		Media	Desv. típ.
15-19	16	0,671	0,146
20-49	116	0,641	0,112
50-60	40	0,739	0,125

Tabla 150: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **n-n'** para el sexo masculino (datos en cm.), según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	n-n'	
		Media	Desv. típ.
15-19	27	0,966	0,184
20-49	150	1,025	0,168
50-60	46	0,996	0,172

Tabla 151: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **n-n'** para el sexo femenino (datos en cm.), según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	n-n'	
		Media	Desv. típ.
15-19	16	0,959	0,266
20-49	118	0,916	0,190
50-60	40	0,962	0,159

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 152: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **ns-sn** y **ENA-sn** para el sexo masculino (datos en cm.), según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	ns-sn		N	ENA -sn	
		Media	Desv. típ.		Media	Desv. típ.
15-19	9	2,263	0,127	9	1,318	0,312
20-49	75	2,186	0,265	75	1,370	0,251
50-60	25	1,965	0,189	25	1,267	0,177

Tabla 153: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **ns-sn** y **ENA-sn** para el sexo femenino (datos en cm.), según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	ns-sn		N	ENA -sn	
		Media	Desv. típ.		Media	Desv. típ.
15-19	10	1,922	0,158	10	1,198	0,157
20-49	57	1,855	0,231	57	1,154	0,212
50-60	16	1,868	0,274	16	1,207	0,278

Tabla 154: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **al-al'** para el sexo masculino (datos en cm.), según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	al-al' izquierda		N	al-al' derecha	
		Media	Desv. típ.		Media	Desv. típ.
15-19	12	1,144	0,111	12	1,220	0,110
20-49	98	1,224	0,137	98	1,256	0,127
50-60	35	1,254	0,182	35	1,304	0,125

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 155: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **al-al'** para el sexo femenino (datos en cm.), según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	al-al' izquierda		N	al-al' derecha	
		Media	Desv. típ.		Media	Desv. típ.
15-19	10	1,095	0,075	10	1,103	0,083
20-49	69	1,083	0,116	69	1,122	0,114
50-60	21	1,179	0,121	21	1,204	0,141

Tabla 156: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **pr-ls** para el sexo masculino (datos en cm.), según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	pr-ls	
		Media	Desv. típ.
15-19	7	1,578	0,105
20-49	37	1,498	0,214
50-60	7	1,410	0,172

Tabla 157: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **pr-ls** para el sexo femenino (datos en cm.), según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	pr-ls	
		Media	Desv. típ.
15-19	8	1,365	0,161
20-49	32	1,233	0,156
50-60	6	1,152	0,099

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 158: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **pg-pg'** para el sexo masculino (datos en cm.), según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	pg-pg'	
		Media	Desv. típ.
15-19	5	1,225	0,156
20-49	30	1,350	0,164
50-60	12	1,198	0,194

Tabla 159: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **pg-pg'** para el sexo femenino (datos en cm.), según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	pg-pg'	
		Media	Desv. típ.
15-19	3	1,198	0,054
20-49	19	1,113	0,167
50-60	8	1,253	0,222

Tabla 160: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **gn-gn'** para el sexo masculino (datos en cm.), según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	gn-gn'	
		Media	Desv. típ.
15-19	3	0,819	0,224
20-49	20	0,941	0,128
50-60	11	0,988	0,276

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 161: módulo vectorial (distancia) entre los puntos **gn-gn'** para el sexo femenino (datos en cm.), según los tres nuevos grupos de edad considerados.

Grupos de edad	N	gn-gn'	
		Media	Desv. típ.
15-19	2	0,818	0,044
20-49	14	0,676	0,143
50-60	6	1,029	0,202

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las figuras 45 a 57, se muestra la distribución estadística de los módulos vectoriales de cada sexo usando gráficas de *box-plot*.

Fig. 45. Distribución de la distancia entre los puntos **sfz–ec** del lado izquierdo para el sexo masculino.

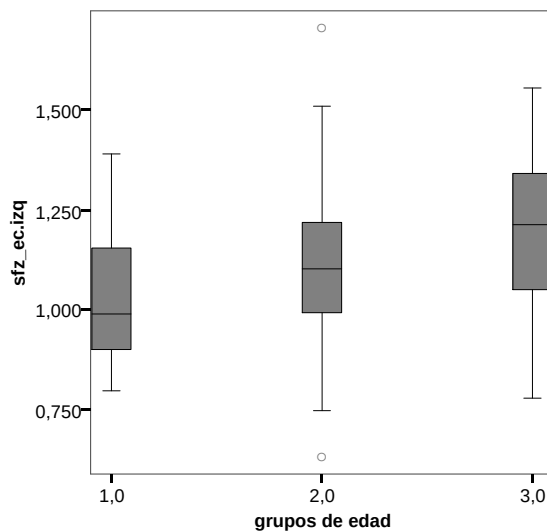
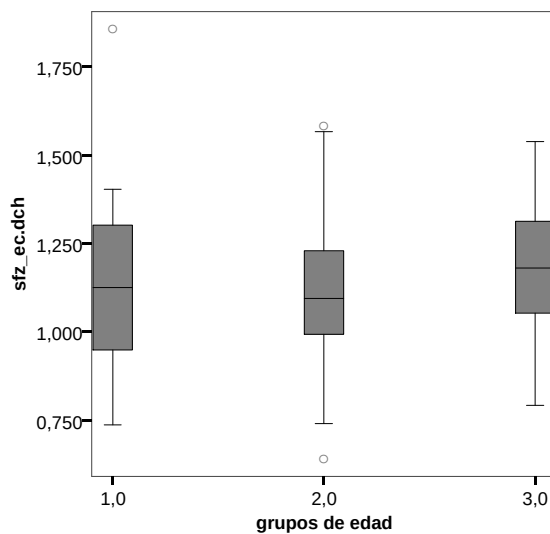


Fig. 46. Distribución de la distancia entre los puntos **sfz–ec** del lado derecho para el sexo masculino.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 47. Distribución de la distancia entre los puntos **da-en** del lado izquierdo para el sexo masculino.

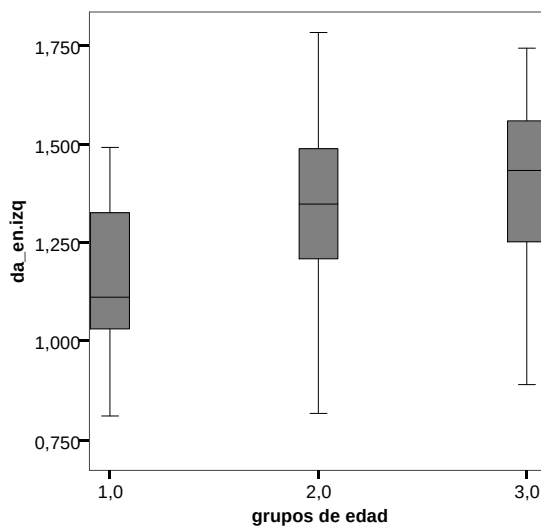
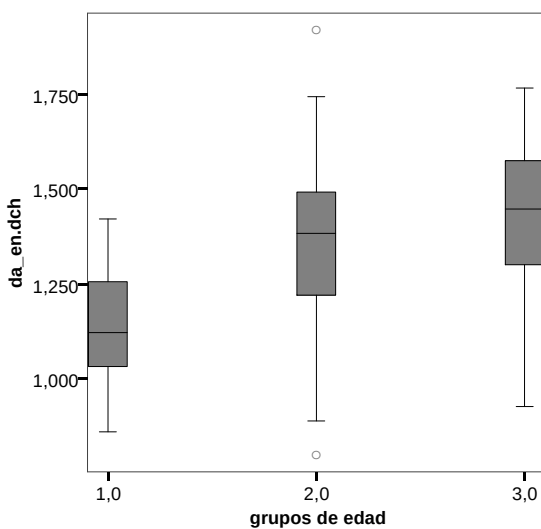


Fig. 48. Distribución de la distancia entre los puntos **da-en** del lado derecho para el sexo masculino.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 49. Distribución de la distancia entre los puntos **g-g'** para el sexo masculino.

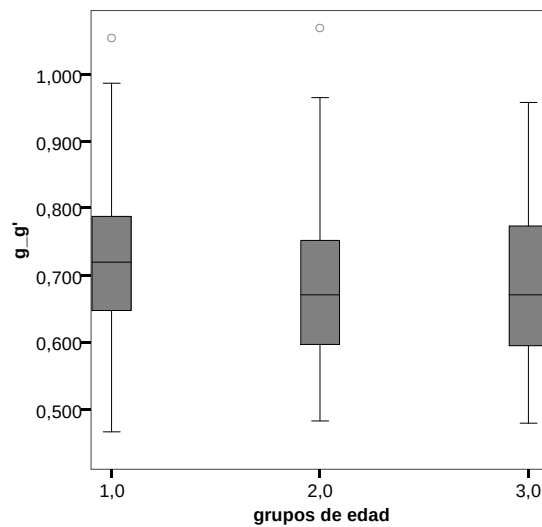
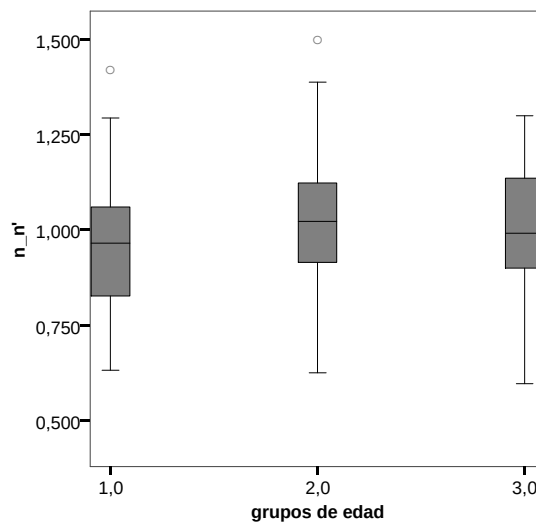


Fig. 50. Distribución de la distancia entre los puntos **n-n'** para el sexo masculino.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 51. Distribución de la distancia entre los puntos **ns-sn** para el sexo masculino.

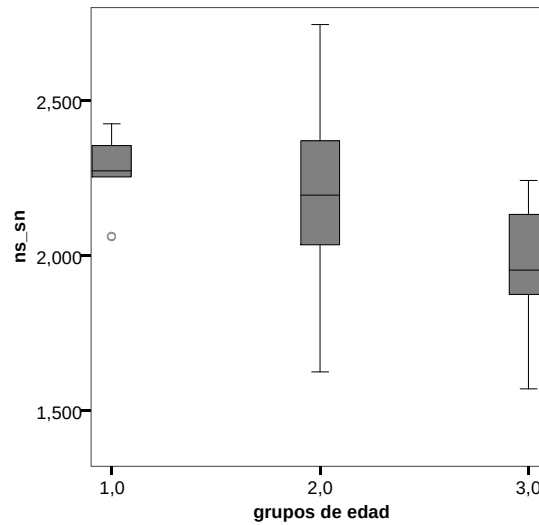
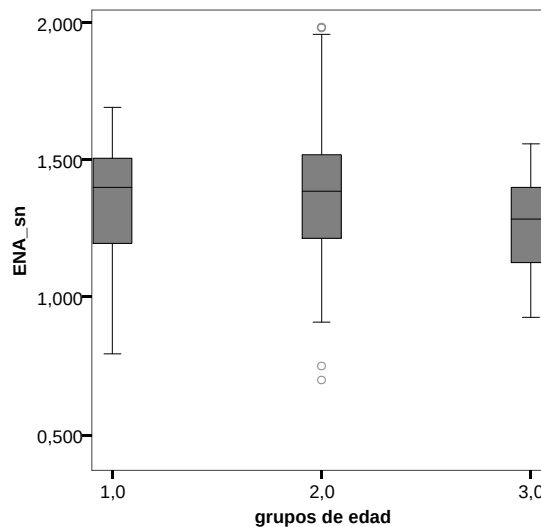


Fig. 52. Distribución de la distancia entre los puntos **ENA-sn** para el sexo masculino.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 53. Distribución de la distancia entre los puntos **al-al'** del lado izquierdo para el sexo masculino.

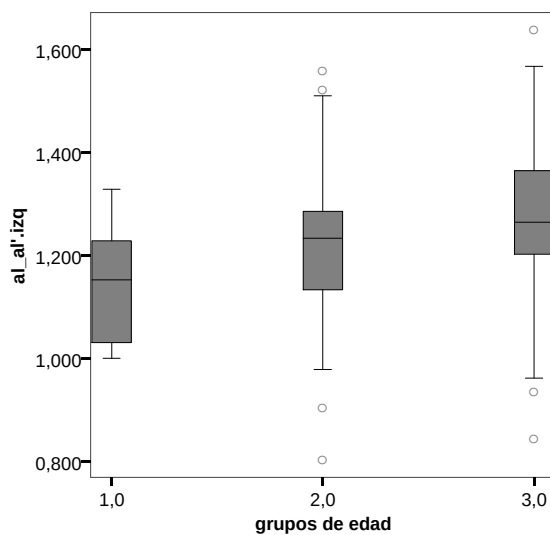
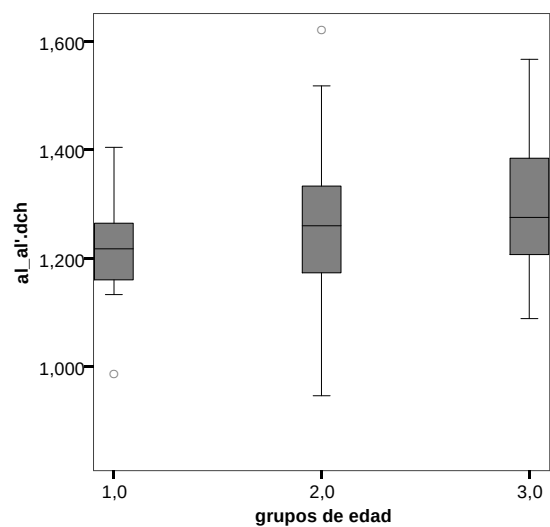


Fig. 54. Distribución de la distancia entre los puntos **al-al'** del lado derecho para el sexo masculino.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 55. Distribución de la distancia entre los puntos **pr-is'** para el sexo masculino.

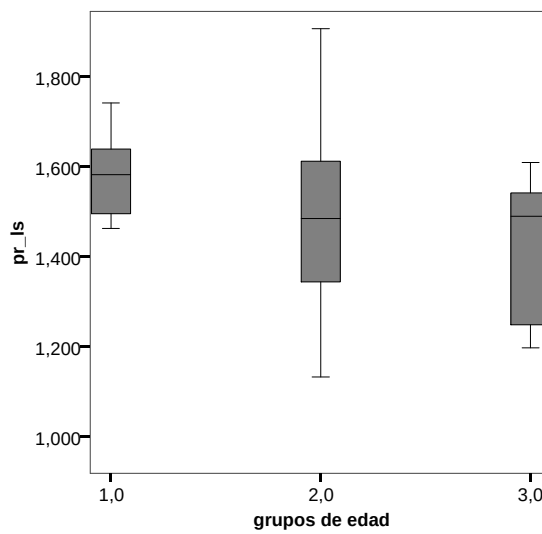
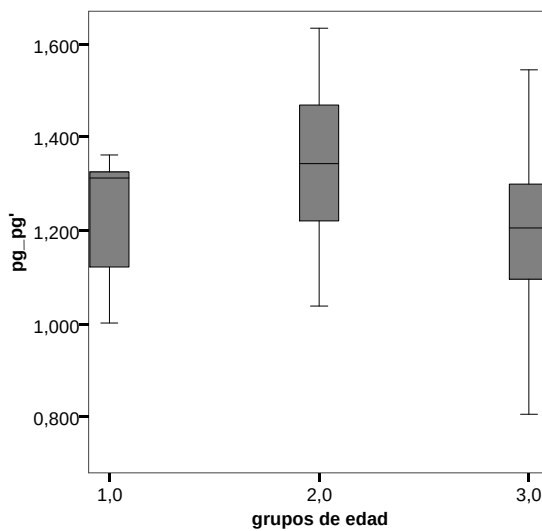
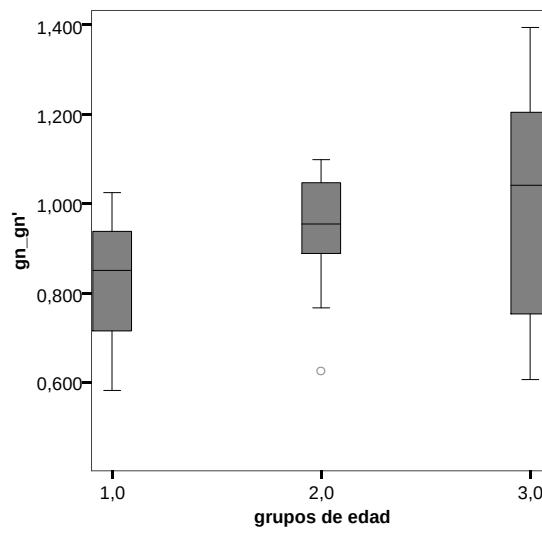


Fig. 56. Distribución de la distancia entre los puntos **pg-pg'** para el sexo masculino.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 57. Distribución de la distancia entre los puntos **gn-gn'** para el sexo masculino.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las mismas gráficas, pero para el sexo femenino, se recogen en las figuras 58 a 70.

Fig. 58. Distribución de la distancia entre los puntos **sfz-ec** del lado izquierdo para el sexo femenino.

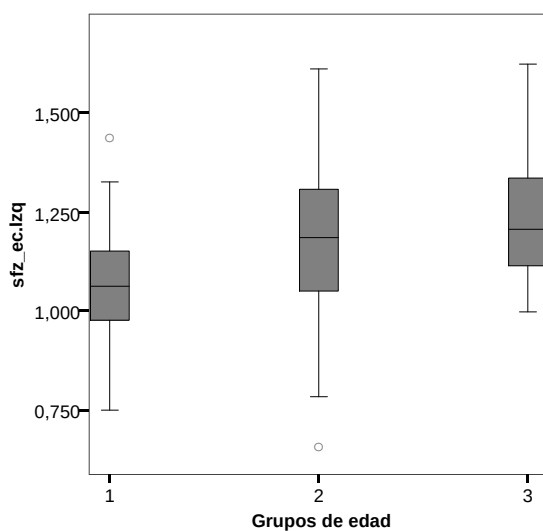
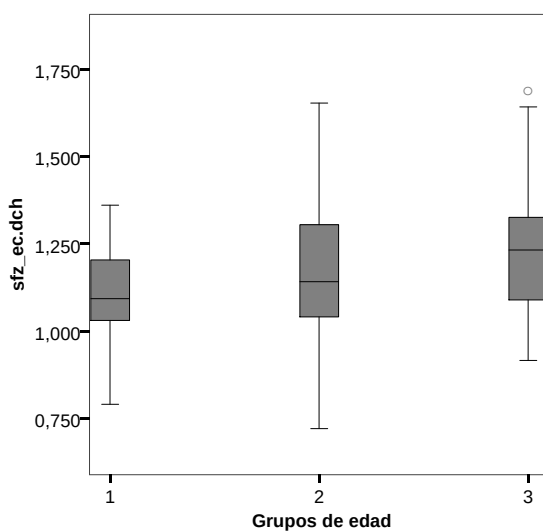


Fig. 59. Distribución de la distancia entre los puntos **sfz-ec** del lado derecho para el sexo femenino.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 60. Distribución de la distancia entre los puntos **da-en** del lado izquierdo para el sexo femenino.

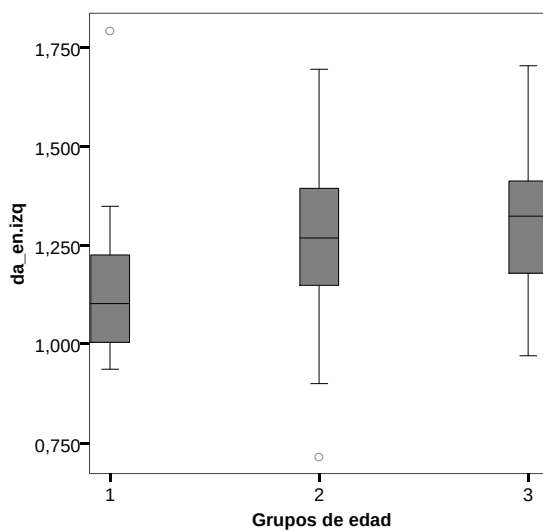
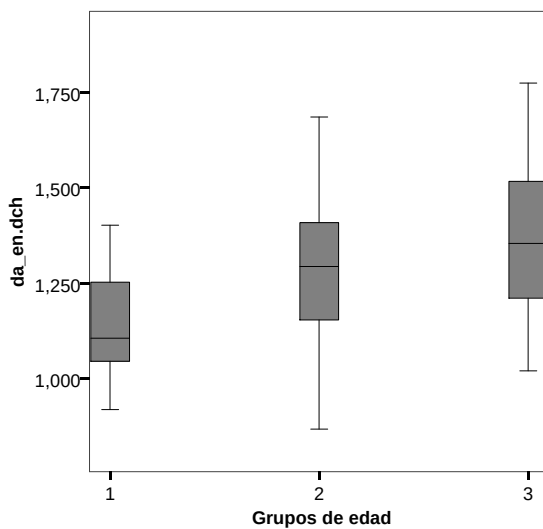


Fig. 61. Distribución de la distancia entre los puntos **da-en** del lado derecho para el sexo femenino.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 62. Distribución de la distancia entre los puntos **g-g'** para el sexo femenino.

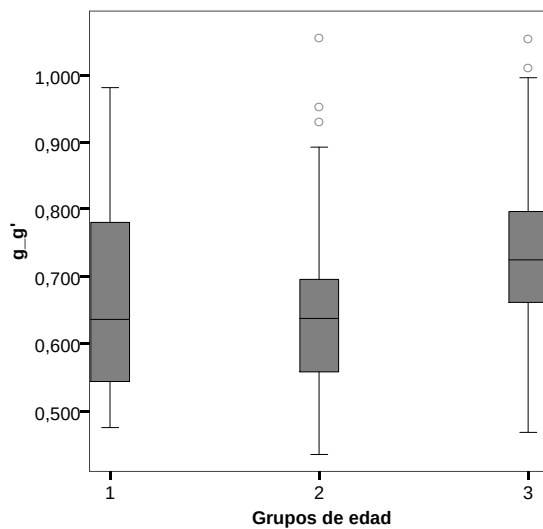
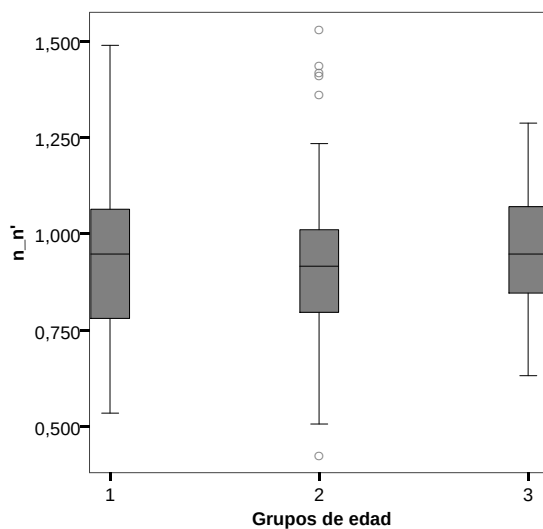


Fig. 63. Distribución de la distancia entre los puntos **n-n'** para el sexo femenino.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 64. Distribución de la distancia entre los puntos **al-al'** del lado izquierdo para el sexo femenino.

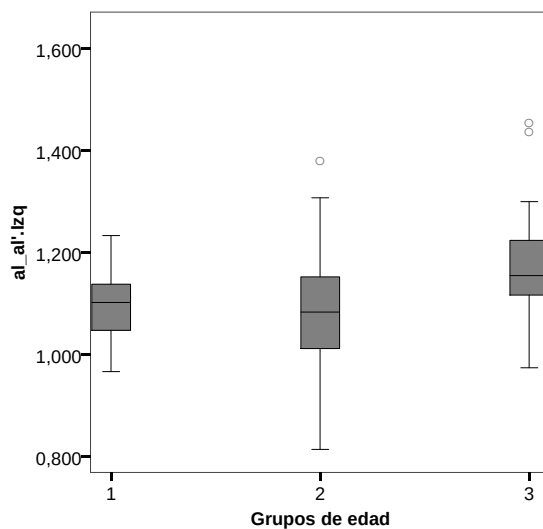
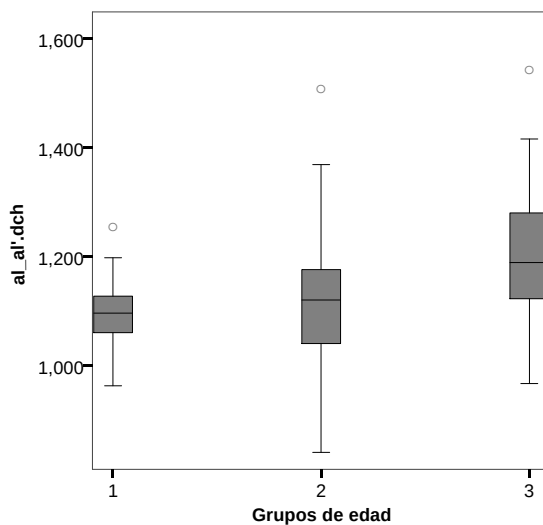


Fig. 65. Distribución de la distancia entre los puntos **al-al'** del lado derecho para el sexo femenino.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 66. Distribución de la distancia entre los puntos **ns-sn** para el sexo femenino.

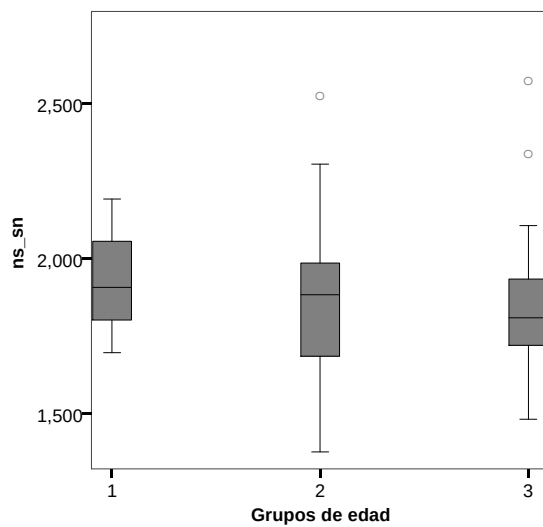
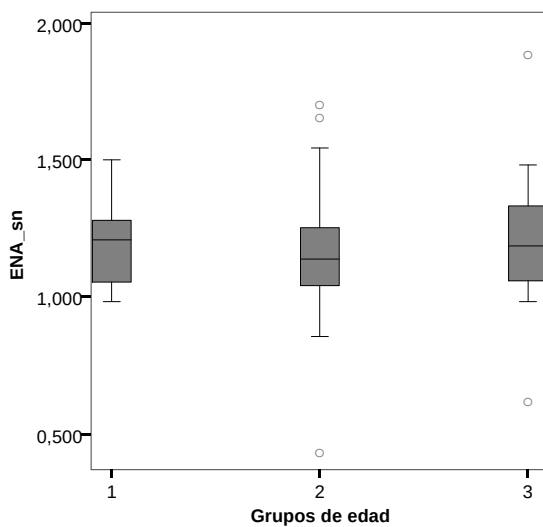


Fig. 67. Distribución de la distancia entre los puntos **ENA-sn** para el sexo femenino.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 68. Distribución de la distancia entre los puntos **pr-ls** para el sexo femenino.

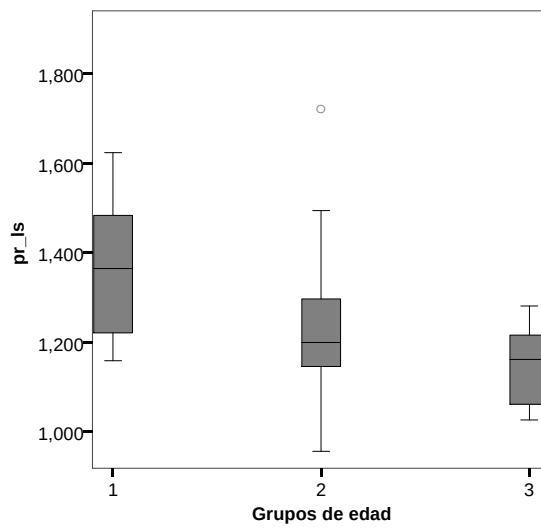
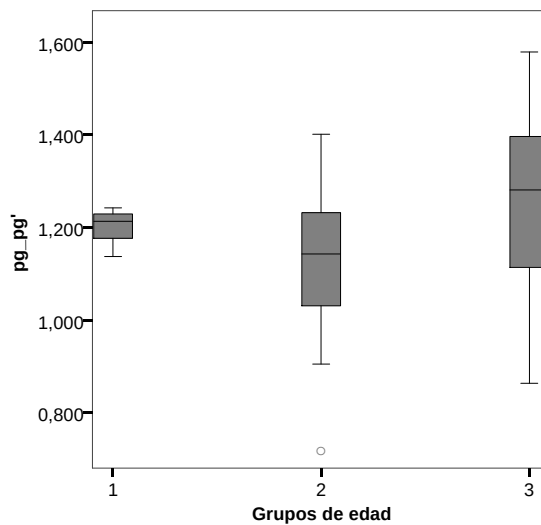
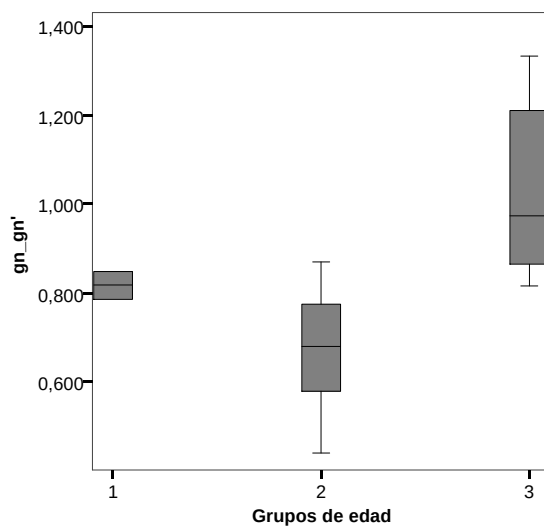


Fig. 69. Distribución de la distancia entre los puntos **pg-pg'** para el sexo femenino.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 70. Distribución de la distancia entre los puntos **gn-gn'** para el sexo femenino.

Como se ha mostrado gráficamente, la distribución de las distancias es mayor para el sexo masculino que para el femenino, aunque las medias varían de manera uniforme según los grupos de edad.

V.4: RESULTADOS MODULARES

Una vez obtenidas las coordenadas de los puntos, se han calculado los vectores que se han de considerar en los casos prácticos. Las fórmulas aplicadas han sido descritas anteriormente.

Hemos de tener en cuenta, como analizaremos más adelante, que la desviación típica representa el área de dispersión de puntos para hacer una superposición. Dicha dispersión de puntos es espacial, por tanto debe considerarse respecto a cada uno de los ejes de coordenadas, lo que da lugar a un volumen con forma de elipsoide.

Las tablas siguientes (162-174) relacionan cada punto craneométrico con su correspondiente punto somatométrico. Es decir, se muestran las coordenadas que hay que sumar al punto craneométrico para obtener la posición espacial donde debería encontrarse el punto somatométrico correspondiente.

Tabla 162: coordenadas del vector **sfz-ec** de la órbita izquierda para ambos sexos definido desde el punto craneométrico **sfz** al punto somatométrico **ec**.

Grupos de edad	N	masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	37	-0,779	-2,891	-8,910	18	-0,139	-1,126	-10,286
20-49	165	-0,978	-3,047	-9,792	132	-1,176	-2,342	-10,539
50-60	52	-1,998	-5,349	-9,709	47	-1,562	-3,536	-11,021

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 163: coordenadas del vector **sfz-ec** de la órbita derecha para ambos sexos definido desde el punto craneométrico **sfz** al punto somatométrico **ec**.

Grupos de edad	N	masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	32	1,525	-3,001	-9,166	17	0,524	-1,598	-10,668
20-49	163	1,387	-3,702	-9,456	135	1,487	-2,695	-10,569
50-60	56	1,829	-5,246	-9,396	45	1,581	-3,423	-10,560

Tabla 164: coordenadas del vector **da-en** de la órbita izquierda para ambos sexos definido desde el punto craneométrico **da** al punto somatométrico **en**.

Grupos de edad	N	Masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	27	9,331	-1,156	-5,532	16	8,569	2,254	-6,839
20-49	158	9,886	2,420	-7,828	129	9,318	2,139	-7,566
50-60	48	10,128	0,199	-8,292	45	9,909	2,204	-7,584

Tabla 165: coordenadas del vector **da-en** de la órbita derecha para ambos sexos definido desde el punto craneométrico **da** al punto somatométrico **en**.

Grupos de edad	N	masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	26	-8,677	-0,790	-5,857	15	-8,115	1,951	-6,929
20-49	155	-9,364	2,250	-8,448	129	-9,216	1,745	-7,821
50-60	50	-10,244	0,358	-8,475	44	-9,727	1,976	-8,391

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 166: coordenadas del vector **g-g'** para ambos sexos definido desde el punto craneométrico **g** al punto somatométrico **g'**.

Grupos de edad	N	masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	35	-0,064	-5,853	-3,533	16	0,141	-5,076	-3,827
20-49	143	0,408	-5,966	-2,300	116	0,273	-5,349	-2,584
50-60	47	0,075	-6,197	-1,591	40	0,534	-6,218	-2,733

Tabla 167: coordenadas del vector **n-n'** para ambos sexos definido desde el punto craneométrico **n** al punto somatométrico **n'**.

Grupos de edad	N	masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	27	0,186	-6,170	-5,717	16	-0,016	-5,502	-7,225
20-49	150	0,383	-6,477	-7,095	118	0,175	-5,420	-6,698
50-60	46	0,128	-7,176	-6,070	40	0,312	-6,068	-7,134

Tabla 168: coordenadas del vector **ns-sn** para ambos sexos definido desde el punto craneométrico **ns** al punto somatométrico **sn**.

Grupos de edad	N	masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	9	1,363	-20,667	-4,696	10	-0,125	-17,420	-7,534
20-49	75	0,238	-20,375	-6,441	57	0,201	-16,676	-7,149
50-60	25	0,019	-18,051	-5,610	16	0,314	-17,116	-6,074

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 169: coordenadas del vector **ENA-sn** para ambos sexos definido desde el punto craneométrico **ENA** al punto somatométrico **sn**.

Grupos de edad	N	masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	9	-0,646	-11,264	-3,109	10	-0,406	-10,300	-5,401
20-49	75	0,099	-12,098	-4,495	57	0,041	-9,591	-5,281
50-60	25	-0,036	-10,766	-5,228	16	0,328	-9,616	-5,497

Tabla 170: coordenadas del vector **al-al'** del lado izquierdo para ambos sexos definido desde el punto craneométrico **al** al punto somatométrico **al'**.

Grupos de edad	N	masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	12	5,808	-7,556	-4,777	10	4,927	-5,295	-7,613
20-49	98	6,476	-6,563	-7,213	69	4,765	-5,205	-7,461
50-60	35	6,707	-5,878	-7,912	21	5,627	-4,983	-8,472

Tabla 171: coordenadas del vector **al-al'** del lado derecho para ambos sexos definido desde el punto craneométrico **al** al punto somatométrico **al'**.

Grupos de edad	N	masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	12	-6,118	-8,721	-4,398	10	-4,323	-5,037	-8,270
20-49	98	-5,723	-6,917	-7,883	69	-4,500	-5,473	-8,121
50-60	35	-6,169	-6,825	-8,566	21	-5,239	-5,282	-8,981

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 172: coordenadas del vector **pr-ls** para ambos sexos definido desde el punto craneométrico **pr** al punto somatométrico **ls**.

Grupos de edad	N	masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	7	-0,057	-15,133	-0,157	8	-0,325	-12,971	-3,716
20-49	37	0,524	-13,401	-4,939	32	0,193	-10,976	-4,500
50-60	7	-0,620	-12,803	-3,370	6	-0,165	-9,158	-4,840

Tabla 173: coordenadas del vector **pg-pg'** para ambos sexos definido desde el punto craneométrico **pg** al punto somatométrico **pg'**.

Grupos de edad	N	masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	5	0,156	-11,426	3,582	3	-0,027	-11,203	-0,510
20-49	30	0,383	-12,783	0,566	19	-0,125	-10,257	0,268
50-60	12	-0,198	-11,477	0,113	8	-0,433	-12,031	-0,826

Tabla 174: coordenadas del vector **gn-gn'** para ambos sexos definido desde el punto craneométrico **gn** al punto somatométrico **gn'**.

Grupos de edad	N	masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	3	-1,240	-4,470	-6,287	2	0,360	0,820	-6,485
20-49	20	0,024	-3,749	-7,573	15	-0,315	-1,905	-5,849
50-60	11	0,020	-5,619	-7,636	6	-0,123	-4,467	-8,638

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Existe una variación en las distancias obtenidas en los tres ejes de coordenadas; dicha diferencia es la desviación típica de nuestros resultados, lo que consideramos la zona de probabilidad de dispersión de puntos. A continuación mostramos las tablas con dicha dispersión por cada coordenada de cada punto (175–187).

Tabla 175: desviación típica en los tres ejes de coordenadas (X, Y, Z) para calcular el área de dispersión de los puntos **sfz-ec** de la órbita izquierda para ambos sexos.

Grupos de edad	N	masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	37	1,724	3,411	1,764	18	1,994	2,289	1,528
20-49	165	1,895	3,451	1,998	132	1,706	3,415	3,166
50-60	52	2,004	3,574	2,336	47	1,845	3,299	1,764

Tabla 176: desviación típica en los tres ejes de coordenadas (X, Y, Z) para calcular el área de dispersión de los puntos **sfz-ec** de la órbita derecha para ambos sexos.

Grupos de edad	N	masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	32	1,797	5,415	2,012	17	1,525	2,101	1,491
20-49	163	2,168	3,171	2,130	135	1,723	3,249	2,072
50-60	56	2,129	3,566	2,246	45	1,839	3,628	3,459

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 177: desviación típica en los tres ejes de coordenadas (X, Y, Z) para calcular el área de dispersión de los puntos **da-en** de la órbita izquierda para ambos sexos.

Grupos de edad	N	masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	27	1,876	3,407	1,960	16	2,071	2,570	1,579
20-49	158	1,532	3,647	2,110	129	1,506	3,094	2,047
50-60	48	1,411	4,549	2,367	45	1,476	2,669	2,469

Tabla 178: desviación típica en los tres ejes de coordenadas (X, Y, Z) para calcular el área de dispersión de los puntos **da-en** de la órbita derecha para ambos sexos.

Grupos de edad	N	masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	26	2,761	3,403	1,614	15	1,703	2,816	1,711
20-49	155	1,961	3,762	2,288	129	1,380	3,471	2,000
50-60	50	1,327	4,590	2,516	44	2,048	3,216	2,053

Tabla 179: desviación típica en los tres ejes de coordenadas (X, Y, Z) para calcular el área de dispersión de los puntos **g-g'** para ambos sexos.

Grupos de edad	N	masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	35	0,776	1,420	2,376	16	0,517	1,505	2,105
20-49	143	0,885	1,219	2,298	116	0,647	1,243	2,235
50-60	47	1,482	1,252	2,128	40	0,845	1,262	2,771

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 180: desviación típica en los tres ejes de coordenadas (X, Y, Z) para calcular el área de dispersión de los puntos **n-n'** para ambos sexos.

Grupos de edad	N	masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	27	0,687	2,575	4,444	16	0,716	2,227	3,427
20-49	150	0,801	2,218	3,165	118	0,622	1,863	3,069
50-60	46	1,031	2,400	2,681	40	0,656	1,444	2,197

Tabla 181: desviación típica en los tres ejes de coordenadas (X, Y, Z) para calcular el área de dispersión de los puntos **ns-sn** para ambos sexos.

Grupos de edad	N	masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	9	3,973	3,487	4,184	10	1,741	1,943	2,457
20-49	75	1,335	2,892	4,300	57	1,205	2,404	3,647
50-60	25	2,038	2,649	4,733	16	1,213	3,089	4,112

Tabla 182: desviación típica en los tres ejes de coordenadas (X, Y, Z) para calcular el área de dispersión de los puntos **ENA-sn** para ambos sexos.

Grupos de edad	N	masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	9	1,237	6,405	2,908	10	2,656	1,066	1,839
20-49	75	1,150	3,616	3,637	57	1,117	3,168	2,606
50-60	25	1,646	2,866	3,209	16	1,233	4,083	3,726

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 183: desviación típica en los tres ejes de coordenadas (X, Y, Z) para calcular el área de dispersión de los puntos **al-al'** del lado izquierdo para ambos sexos.

Grupos de edad	N	masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	12	1,113	3,415	2,664	10	0,931	2,248	2,332
20-49	98	1,390	2,300	2,933	69	1,992	1,928	2,399
50-60	35	2,126	2,255	3,058	21	1,363	2,233	2,429

Tabla 184: desviación típica en los tres ejes de coordenadas (X, Y, Z) para calcular el área de dispersión de los puntos **al-al'** del lado derecho para ambos sexos.

Grupos de edad	N	masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	12	1,836	2,475	3,014	10	1,505	1,972	2,155
20-49	98	1,466	2,304	3,040	69	1,469	2,076	2,421
50-60	35	1,535	2,173	2,617	21	1,661	1,956	2,183

Tabla 185: desviación típica en los tres ejes de coordenadas (X, Y, Z) para calcular el área de dispersión de los puntos **pr-ls** para ambos sexos.

Grupos de edad	N	masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	7	1,326	1,584	4,487	8	0,983	1,391	2,143
20-49	37	1,326	2,346	4,250	32	0,888	1,751	3,216
50-60	7	2,745	1,854	4,363	6	1,219	2,590	4,815

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 186: desviación típica en los tres ejes de coordenadas (X, Y, Z) para calcular el área de dispersión de los puntos **pg-pg'** para ambos sexos.

Grupos de edad	N	masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	5	1,438	1,712	2,377	3	0,469	1,215	5,026
20-49	30	1,282	1,768	4,123	19	1,078	1,904	4,189
50-60	12	1,356	2,113	3,190	8	1,116	2,468	3,257

Tabla 187: desviación típica en los tres ejes de coordenadas (X, Y, Z) para calcular el área de dispersión de los puntos **gn-gn'** para ambos sexos.

Grupos de edad	N	masculino			N	femenino		
		X	Y	Z		X	Y	Z
15-19	3	1,934	2,784	1,589	2	0,622	6,774	1,450
20-49	20	0,837	3,798	2,138	15	0,712	3,582	1,780
50-60	11	0,990	2,981	2,498	6	0,740	3,571	2,062

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se muestran los resultados de la media de las distancias en comparación con la primera relación de los grosores tisulares realizados por Kollman y Büchly en 1898, en una población europea. En las tablas 188 a 190 se puede observar las medias de los puntos comparados con el estudio de Kollman y Büchly. Las distancias obtenidas en nuestro trabajo son ligeramente superiores como se ha explicado con anterioridad.

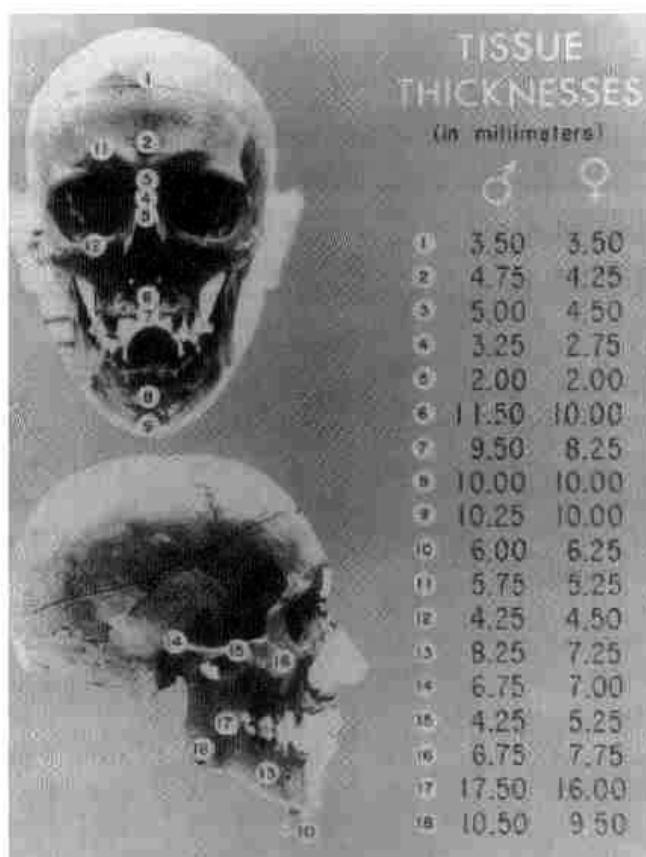


Fig. 69. Grosores tisulares obtenidos por Kollman y Büchly (1898).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 188: Distancia media de los grosores tisulares del grupo 1 de edad para ambos sexos.

Punto Craneométrico	masculino	femenino
Glabella	0,729	0,671
Nasion	0,966	0,959
Sfz (izq)	1,016	1,075
Sfz (dch)	1,122	1,107
Da (izq)	1,156	1,156
Da (dch)	1,136	1,135
Nasoespinale	2,263	1,922
Prosthion	1,578	1,365
Pogonion	1,225	1,198
Gnathion	0,819	0,818

Tabla 189: Distancia media de los grosores tisulares del grupo 2 de edad para ambos sexos.

Punto Craneométrico	masculino	femenino
Glabella	0,687	0,641
Nasion	1,025	0,916
Sfz (izq)	1,106	1,179
Sfz (dch)	1,100	1,165
Da (izq)	1,345	1,269
Da (dch)	1,352	1,280
Nasoespinale	2,186	1,855
Prosthion	1,498	1,233
Pogonion	1,350	1,113
Gnathion	0,941	0,676

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

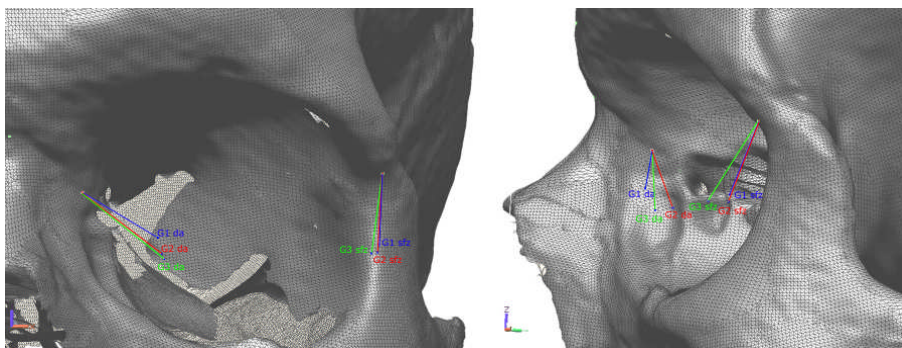
Tabla 190: Distancia media de los grosores tisulares del grupo 3 de edad para ambos sexos.

Punto Craneométrico	masculino	femenino
Glabella	0,689	0,739
Nasion	0,996	0,962
Sfz (izq)	1,205	1,229
Sfz (dch)	1,174	1,228
Da (izq)	1,396	1,314
Da (dch)	1,418	1,354
Nasoespinale	1,965	1,868
Prosthion	1,410	1,152
Pogonion	1,198	1,253
Gnathion	0,988	1,029

V.5: INTERPRETACIÓN GRÁFICA DE LOS RESULTADOS

Una vez obtenidos los vectores asociados a cada par de puntos, a continuación se muestra el resultado de una manera gráfica. Para ello usaremos un ejemplo con un cráneo masculino al que se le incorporan los vectores de los tres grupos de edad².

Fig. 71. Vectores de los tres grupos de edad de los puntos **sfz-ec** y **da-en** de la órbita izquierda para el sexo masculino. Norma frontal y lateral.



² El extremo de cada vector nos indicaría donde se localizaría el punto simatométrico asociado al punto craneométrico que se encuentra en el origen del vector.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 72. Vectores de los tres grupos de edad de los puntos **g-g'** y **n-n'** para el sexo masculino. Norma frontal y lateral.

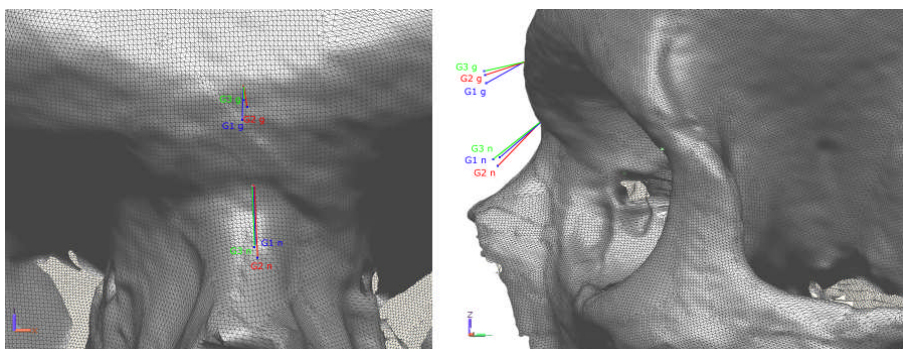
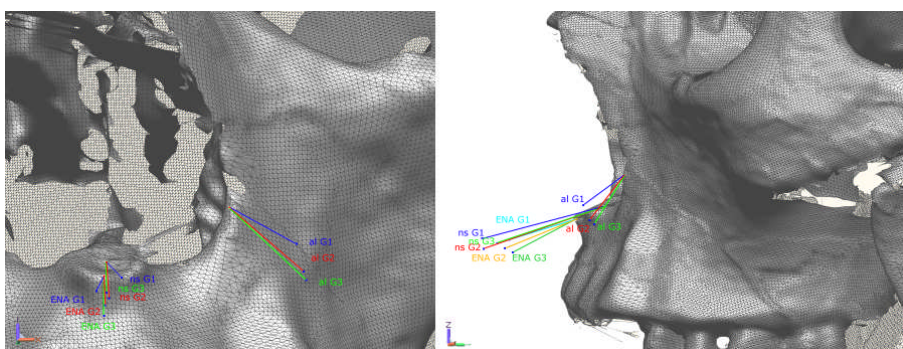
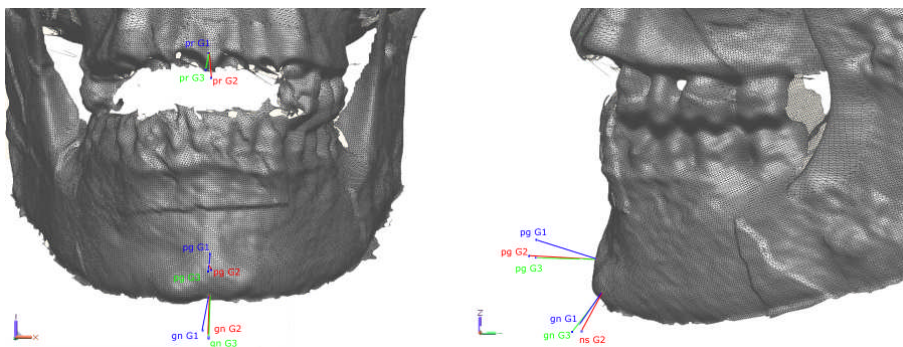


Fig. 73. Vectores de los tres grupos de edad de los puntos **ns-sn**, **ENA-sn** y **al-al'** para el sexo masculino. Norma frontal y lateral.



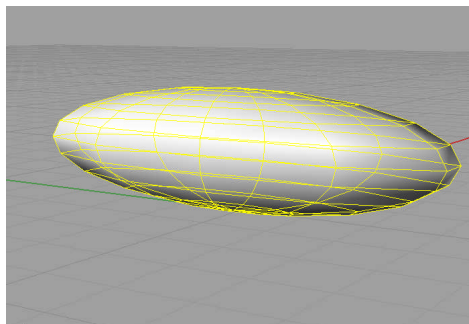
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 74. Vectores de los tres grupos de edad de los puntos **pr-ls** y **pg-pg'** para el sexo masculino. Norma frontal y lateral.



Además, en cada uno de los puntos finales del vector obtenido hay que aplicar la desviación en cada una de las coordenadas, obteniendo una figura de ovoide (fig. 75), lo que mejora el rango de proximidad con los puntos somatométricos.

Fig. 75. Ejemplo de un ovoide con desviación de (0,002, -4,639, 0,882). Aplicado a la vector Sfz-ec (izq) del grupo 2.



V.6: APLICACIONES PRÁCTICAS

Finalmente, y como demostración en casos reales, se adjuntan unos ejemplos de identificación resueltos con la técnica de superposición en el laboratorio de Antropología Física. Como se podrá comprobar, el resultado depende, en mucho, de la calidad y cantidad de fotografías que se tenga del individuo sobre el que se realiza la identificación.

V.6.A: Caso 1

A finales del año 2007, se recibió en el laboratorio de Antropología, diferentes elementos óseos de un individuo, con el fin de establecer su identidad. Tras el estudio antropológico, se determinó que se trataba de una mujer, de unos 20-25 años de edad, de compleción media; se observa que presenta un cierto prognatismo, que la excluye del grupo caucasoide. Tras exponer esta serie de datos, el estudio de este perfil correspondía con una posible desaparecida. Para hacer la identificación mediante superposición se consiguieron una serie de fotografías.

El primer paso consiste en obtener el modelo tridimensional del cráneo (fig. 78), sobre el que se marcan los puntos craneométricos. Y se aplican los vectores obtenidos del grupo 2 para sexo femenino; posteriormente se colocan replicando la posición de la cara en las fotografías (figs. 76 y 77).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 76. Fotografía 1 entregada para realizar la identificación.

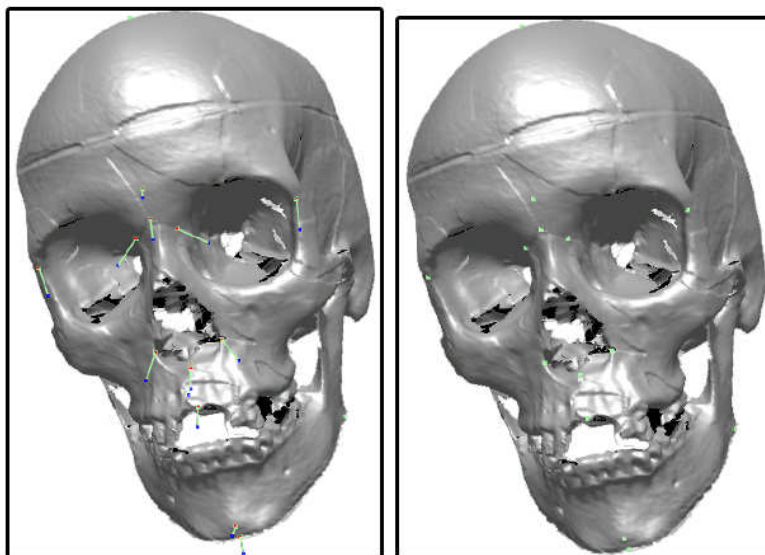


Fig. 77. Fotografía 1 con los puntos somatométricos (marcados en rojo).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 78. Reproducción virtual tridimensional del cráneo replicando la posición de la cara en la fotografía. (Izquierda con los vectores aplicados; derecha con los puntos craneométricos).



Como se puede observar, la imagen tridimensional del cráneo con los vectores aplicados tiene un tamaño mayor, que se corresponde mejor con el contorno y tamaño de la imagen en la fotografía.

A continuación se observan las superposiciones a las que se le han aplicado una opacidad del 50% sobre la capa del cráneo. En la primera imagen (fig. 79) se ha realizado la superposición con los puntos. En la segunda figura (fig. 80) se puede comprobar la mejora al aplicar los vectores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 79. Superposición del cráneo tridimensional con la coincidencia entre los puntos craneométricos y somatométricos.



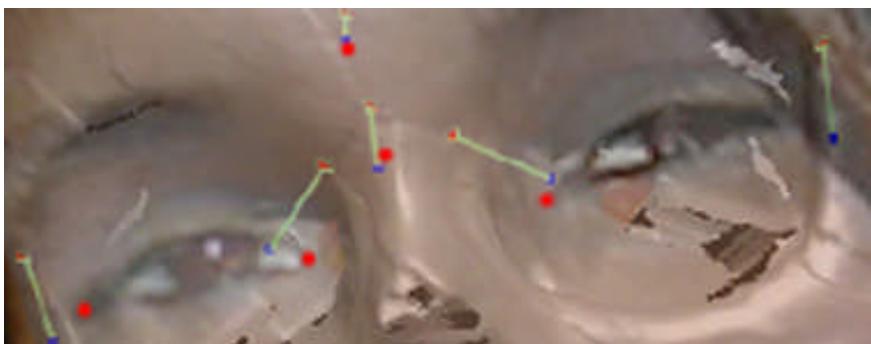
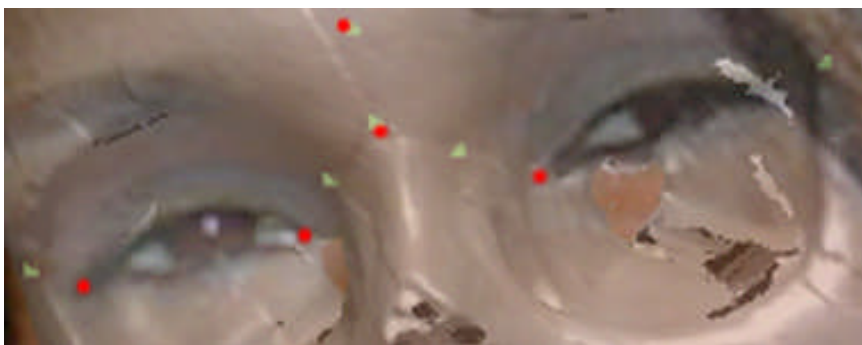
Fig. 80. Superposición del cráneo tridimensional al que se le han aplicado los vectores correspondientes, y la coincidencia con los puntos somatométricos.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las imágenes siguientes (figs. 81 y 82) se muestra un detalle de las órbitas, donde se puede comparar la proximidad que existe entre los puntos somatométricos y los craneométricos con los vectores.

Fig. 81y 82. Detalle de las órbitas donde se puede comprobar la coincidencia entre los puntos (superior) y los vectores (inferior).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Finalmente, para comprobar la fiabilidad de las superposiciones, se han obtenido los datos de las imágenes en píxeles (Tabla 191). En las dos primeras columnas de la tabla se recogen los datos de las coordenadas (X, Y) de los puntos de la cara. En las columnas siguientes los datos de los puntos craneométricos y de los vectores. En la tabla siguiente (Tabla 192) se muestran las diferencias entre los píxeles resultantes de ambas coordenadas.

Tabla 191: datos en píxeles obtenidos de los puntos somatométricos, craneométricos y vectores. (Caso 1; fotografía 1).

Puntos	puntos somatométricos (px)		puntos craneométricos (px)		vectores (px)	
	X	Y	X	Y	X	Y
Glabella	181	255	183	255	180	252
Nasion	190	281	189	279	189	285
Sfz (izq)	298	270	304	263	303	276
Sfz (dch)	113	321	100	316	106	329
Da (izq)	231	293	210	286	232	287
Da (dch)	170	308	178	293	161	305
Nasoespinale	215	391	218	393	216	408
Alar (izq)	252	357	245	375	256	381
Prosthion	228	425	226	428	223	431
Pogonion	252	521	254	523	251	519
Gnathion	257	535	258	531	259	533

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 192: resultados de las diferencias entre las distancias con los puntos somatométricos. (Caso 1; fotografía 1).

Puntos	distancias con los puntos craneométricos (px)		distancias con los vectores (px)	
	X	Y	X	Y
Glabella	2	0	1	3
Nasion	1	2	1	4
Sfz (izq)	6	7	5	6
Sfz (dch)	13	5	7	8
Da (izq)	21	7	1	6
Da (dch)	8	15	9	3
Nasoespinale	3	2	1	17
Alar (izq)	7	18	4	24
Prosthion	2	3	5	6
Pogonion	2	2	1	2
Gnathion	1	4	2	2

Se puede observar en la tabla 192 que las distancias son mayores en los puntos craneométricos que en los puntos definidos por los vectores, a excepción de los puntos nasoespinal, alar izquierdo y *prosthion*; esto se debe a que la chica en la fotografía está sonriendo, por lo que dichos puntos tienden a estar más altos que en el cráneo. Con esto se puede deducir que las imágenes más fiables, como se ha explicado en apartados anteriores, son aquellas en los que el sujeto no tiene alteraciones faciales provocadas por gestos exagerados. El resto de los puntos son más fiables al aplicarle los vectores calculados.

El mismo procedimiento se siguió con todas las fotografías que nos fueron facilitadas, con el fin de obtener un mayor número de datos de cara a la identificación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 83. Fotografía 2 entregada para realizar la identificación.



Fig. 84. Fotografía 2 con los puntos somatométricos (marcados en rojo).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 85. Reproducción virtual tridimensional del cráneo replicando la posición de la cara en la fotografía. (Izquierda con los vectores aplicados; derecha con los puntos craneométricos).

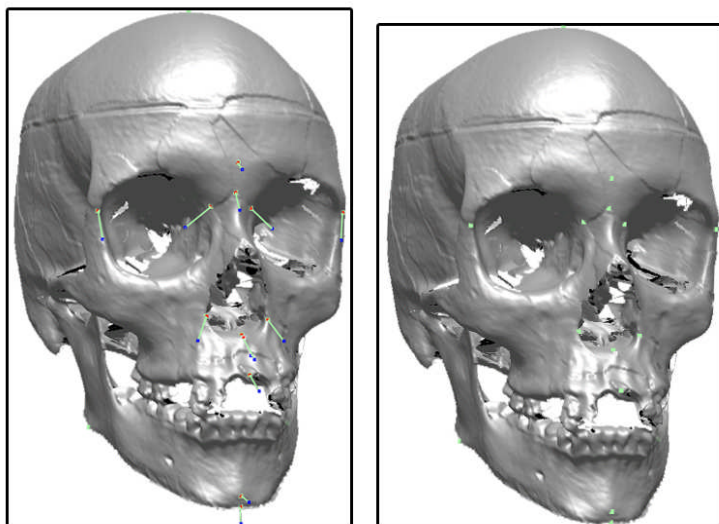


Fig. 86. Superposición del cráneo tridimensional con la coincidencia entre los puntos craneométricos y somatométricos.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 87. Superposición del cráneo tridimensional al que se le han aplicado los vectores correspondientes, y la coincidencia con los puntos somatométricos



En este primer caso se ha podido comprobar que la aplicación de los vectores sobre los puntos craneométricos mejora considerablemente la identificación por superposición. Se puede observar en las tablas 193 y 194 la relación que existe, en cuanto a diferencia de cantidad de píxeles, entre los puntos somatométricos con los craneométricos y los obtenidos mediante vectores.

De igual manera mejora el tamaño y la correspondencia de los contornos, ya que el tamaño del cráneo superpuesto es ligeramente superior.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 193: datos en píxeles obtenidos de los puntos somatométricos, craneométricos y vectores. (Caso 1; fotografía 2).

Puntos	puntos somatométricos (px)		puntos craneométricos (px)		vectores (px)	
	X	Y	X	Y	X	Y
Glabella	476	320	478	320	476	319
Nasion	477	356	475	349	475	359
Sfz (izq)	565	365	586	372	475	359
Sfz (dch)	342	376	331	367	334	388
Da (izq)	498	373	490	366	507	377
Da (dch)	424	378	449	364	419	377
Nasoespinale	484	501	479	495	489	513
Alar (dch)	429	475	444	476	430	491
Prosthion	483	542	489	535	492	543
Pogonion	478	662	478	661	481	659
Gnathion	475	677	478	671	475	678

Tabla 194: resultados de las diferencias entre las distancias con los puntos somatométricos. (Caso 1; fotografía 2).

Puntos	distancias con los puntos craneométricos (px)		distancias con los vectores (px)	
	X	Y	X	Y
Glabella	2	0	0	1
Nasion	2	7	2	3
Sfz (izq)	21	7	14	23
Sfz (dch)	11	9	8	12
Da (izq)	8	7	9	4
Da (dch)	25	14	5	1
Nasoespinale	5	6	5	12
Alar (dch)	15	1	1	16
Prosthion	6	7	9	1
Pogonion	0	1	3	3
Gnathion	3	6	0	1

V.6.B: CASO 2

En el mes de junio del presente año, la Guardia Civil remitió unos restos hallados en una zona montañosa de Granada de un individuo sin identificación. Los datos del estudio antropológico se remitieron a la Guardia Civil, que posteriormente aportó una serie de fotografías para comprobar su identidad por el método de superposición fotográfica. A continuación se muestran los resultados obtenidos.

Sobre la primera fotografía que se obtiene (fig. 88), se colocan los puntos somatométricos (fig. 89).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 88. Fotografía 1 entregada para realizar la identificación.



Fig. 89. Fotografía 1 con los puntos somatométricos (marcados en amarillo).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se coloca el cráneo tridimensional obtenido y se replica la posición de la cabeza en la fotografía anterior, con los puntos craneométricos colocados (fig. 90). Al contrario que en el caso anterior, no tenemos la mandíbula que pueda ayudar a la comparación de los puntos de la parte inferior de la cara.

Fig. 90. Superposición del cráneo tridimensional con la coincidencia entre los puntos craneométricos y somatométricos.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 91. Superposición del cráneo tridimensional con la coincidencia entre los puntos craneométricos y somatométricos.

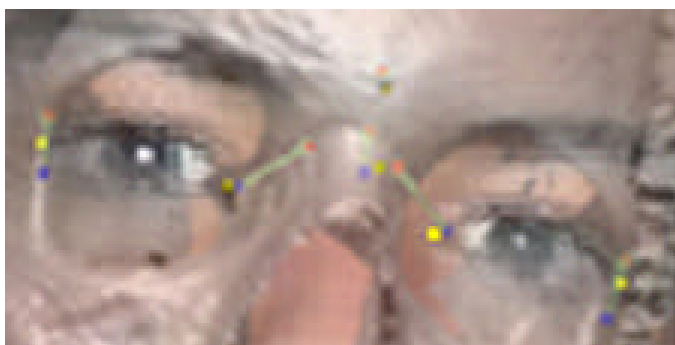
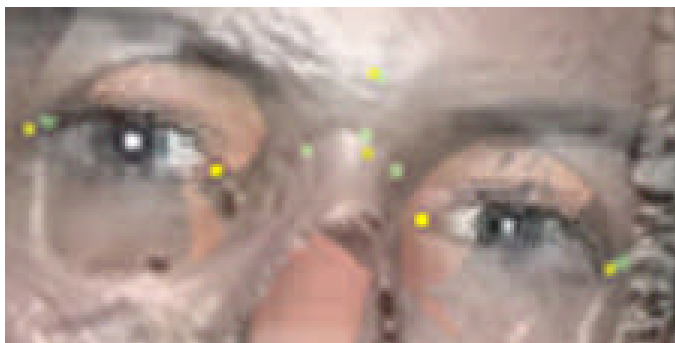


El problema básico que se presenta en esta identificación por superposición es la mala calidad de las fotografías aportadas, ya que están escaneadas a muy baja resolución y pixelizan demasiado la imagen.

En las imágenes siguientes se muestra un detalle de las órbitas en donde, además de observar la baja calidad de las imágenes, se puede comparar la proximidad que existe entre los puntos somatométricos y los craneométricos al igual que con los obtenidos con los vectores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Figs. 92 y 93. Detalle de las órbitas donde se puede comprobar la coincidencia entre los puntos (superior) y los vectores (inferior).



En las tablas siguientes se muestra la correlación numérica que existe entre puntos somatométricos con los craneométricos y los vectoriales.

En este caso, la coincidencia con los datos vectoriales sigue siendo mayor que con los puntos, aunque no se haya podido comparar los puntos correspondientes a la mandíbula.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 195: datos en píxeles obtenidos de los puntos somatométricos, craneométricos y vectores. (Caso 2; fotografía 1).

Puntos	puntos somatométricos (px)		puntos craneométricos (px)		vectores (px)	
	X	Y	X	Y	X	Y
Glabella	212	138	213	140	212	139
Nasion	211	152	211	148	209	152
Sfz (izq)	251	171	254	170	249	176
Sfz (dch)	154	148	158	146	155	152
Da (izq)	220	162	216	155	222	162
Da (dch)	186	154	200	151	187	154
Nasoespinale	197	203	198	199	196	206
Alar (dch)	176	189	187	189	176	193
Prosthion	190	224	195	219	192	224

Tabla 196: resultados de las diferencias entre las distancias con los puntos somatométricos. (Caso 1; fotografía 2).

Puntos	distancias con los puntos craneométricos (px)		distancias con los vectores (px)	
	X	Y	X	Y
Glabella	1	2	0	1
Nasion	0	4	2	0
Sfz (izq)	3	1	2	5
Sfz (dch)	4	2	1	4
Da (izq)	4	7	2	0
Da (dch)	14	3	1	0
Nasoespinale	1	4	1	3
Alar (dch)	11	0	0	4
Prosthion	5	5	2	0

En el **caso 2**, nos fueron cedidas varias imágenes del individuo, aunque debido a la calidad, sólo se han podido utilizar dos de ellas. A continuación se muestra los mismos pasos con la segunda imagen.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 94. Fotografía 2 entregada para realizar la identificación.



Fig. 95. Fotografía 2 con los puntos somatométricos (marcados en amarillo).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 96. Obtención del cráneo tridimensional con los puntos craneométricos (izquierda) y los vectores (derecha); posteriormente se coloca en la misma posición de la fotografía.

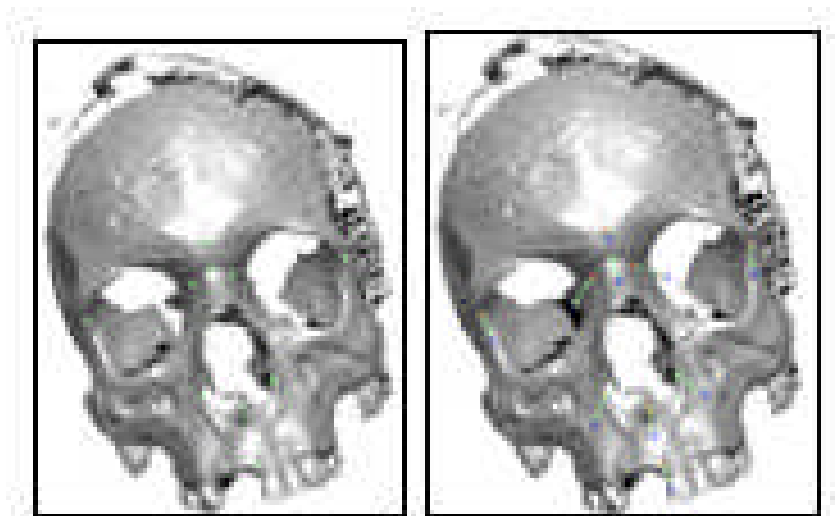


Fig. 97. Superposición del cráneo tridimensional con la coincidencia entre los puntos craneométricos y somatométricos.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 98. Superposición del cráneo tridimensional con la coincidencia con los vectores.



Como se puede observar la coincidencia entre los puntos es mucho mayor cuando se aplican los vectores.

En las tablas siguientes se observa la compatibilidad que existe entre los puntos craneométricos y los vectores con los puntos somatométricos. Los datos que se muestran son los resultados de las coordenadas bidimensionales obtenidas con cada punto y vector.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 197: datos en píxeles obtenidos de los puntos somatométricos, craneométricos y vectores. (Caso 2; fotografía 2).

Puntos	puntos somatométricos (px)		puntos craneométricos (px)		vectores (px)	
	X	Y	X	Y	X	Y
Glabella	236	122	236	121	235	121
Nasion	238	129	237	127	237	129
Sfz (izq)	264	123	266	125	267	127
Sfz (dch)	209	137	210	139	209	142
Da (izq)	247	128	241	128	248	129
Da (dch)	225	133	232	131	227	134
Nasoespinale	245	162	244	158	245	164
Alar (izq)	257	152	250	151	256	154
Alar (dch)	229	157	234	155	232	161
Prosthion	247	172	247	170	248	175

Tabla 198: resultados de las diferencias entre las distancias con los puntos somatométricos. (Caso 1; fotografía 2).

Puntos	distancias con los puntos craneométricos (px)		distancias con los vectores (px)	
	X	Y	X	Y
Glabella	0	1	1	1
Nasion	11	2	1	0
Sfz (izq)	2	2	3	4
Sfz (dch)	1	2	0	5
Da (izq)	6	0	1	1
Da (dch)	7	2	2	1
Nasoespinale	1	4	0	2
Alar (izq)	7	1	1	2
Alar (dch)	5	2	3	4
Prosthion	0	2	1	3

V.6.C: CASO 3 (PRUEBA NEGATIVA)

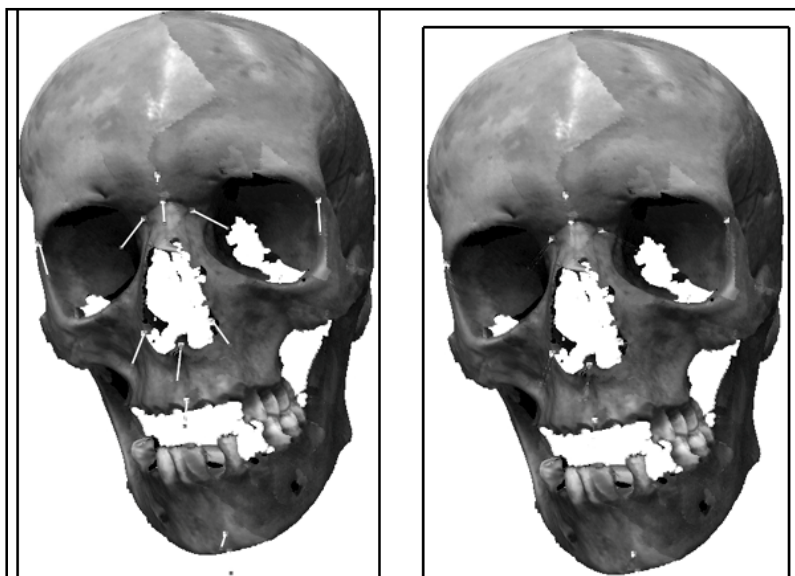
Para comprobar la fiabilidad de la técnica, se ha realizado una superposición con otro cráneo que no pertenece al sujeto. En este caso hemos digitalizado un cráneo femenino, de edad similar al primer caso. A continuación se muestran las imágenes de superposición con los puntos y con los vectores.

Fig. 99. Fotografía 1 entregada para realizar la identificación con los puntos somatométricos (marcados en rojo).



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 100. Reproducción virtual tridimensional del cráneo replicando la posición de la cara en la fotografía. (Izquierda con los vectores aplicados; derecha con los puntos craneométricos).



Del mismo modo que en el caso positivo, se ha realizado la superposición aplicando una opacidad del 50% sobre la capa del cráneo. En la primera imagen (fig. 101), se ha realizado la superposición con los puntos; por otro lado, en la segunda imagen (fig. 102), se comprueba la superposición con los vectores aplicados. En ninguno de los casos se podría considerar como una identificación positiva, ya que no coinciden ni los puntos ni los vectores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fig. 101. Superposición del cráneo tridimensional con la coincidencia entre los puntos craneométricos y somatométricos.



Fig. 102. Superposición del cráneo tridimensional al que se le han aplicado los vectores correspondientes, y la coincidencia con los puntos somatométricos.



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La comprobación de la fiabilidad de los puntos y vectores obtenidos mediante los datos en píxeles, se muestran en las tablas siguientes (tablas 199 y 200 respectivamente).

Tabla 199: datos en píxeles obtenidos de los puntos somatométricos, craneométricos y vectores.

Puntos	puntos somatométricos (px)		puntos craneométricos (px)		vectores (px)	
	X	Y	X	Y	X	Y
Glabella	181	255	182	256	181	253
Nasion	190	281	189	276	187	281
Sfz (izq)	298	270	304	265	303	280
Sfz (dch)	113	321	99	313	103	327
Da (izq)	231	293	211	280	235	281
Da (dch)	170	308	175	288	158	302
Nasoespinale	215	391	210	378	206	398
Alar (izq)	252	357	232	359	242	367
Prosthion	228	425	217	420	214	429
Pogonion	252	521	253	515	249	519
Gnathion	257	535	257	530	256	535

Tabla 200: resultados de las diferencias entre las distancias con los puntos somatométricos.

Puntos	distancias con los puntos craneométricos (px)		distancias con los vectores (px)	
	X	Y	X	Y
Glabella	1	1	0	2
Nasion	1	5	3	0
Sfz (izq)	6	5	5	10
Sfz (dch)	14	8	10	6
Da (izq)	20	13	4	12
Da (dch)	5	20	12	6
Nasoespinale	5	13	9	7
Alar (izq)	20	2	10	10
Prosthion	11	5	14	4
Pogonion	2	6	3	2
Gnathion	0	5	1	0

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se puede observar como resultado de la tabla 200, que las distancias son muy superiores en comparación con los resultados de la tabla 192 del caso A, que resulta como identificación positiva. A pesar de la gran diferencia visual que resulta al realizar la superposición, con los vectores se obtienen datos de coordenadas próximos pero muy lejanos de los obtenidos con anterioridad. Si nos fijamos en las imágenes de las superposiciones, también observamos que las aperturas piriformes, el contorno facial y la zona supraorbitaria no coinciden con la fotografía.

Con estos datos podemos determinar que el resultado es una identificación negativa.

VI: CONCLUSIONES

La Tomografía Computarizada Helicoidal es una herramienta de diagnóstico clínico no invasiva que ofrece una gran precisión. Aparte de la utilización médica, en este trabajo hemos demostrado que puede ser de gran utilidad para el estudio comparativo entre tejidos, ya que permite su visualización en función de su densidad con mayor claridad que los rayos X. Realizar TACs a individuos sanos conlleva cierto riesgo, ya que la exposición excesiva a la radiación puede ser nociva. Pero en la actualidad, en España, se realizan cientos de TACs mensuales, que se limitan al estudio clínico. La posibilidad que permite esta técnica para otros campos de investigación, entre ellos la Antropología Física y Forense, abre nuevos campos y permite la “actualización” de otros muchos.

En nuestro caso, el uso de las TACs cedidas por SESCOAM, ha hecho que la visualización y estudio de individuos anonimizados permita la creación de una gran base de datos, que se puede actualizar periódicamente, para poner a punto la técnica de identificación por superposición fotográfica.

Los datos obtenidos demuestran la relación que existe entre los puntos somatométricos y los craneométricos de forma gráfica y numérica (mediante vectores). Además, la visualización que se obtiene con la reproducción

CONCLUSIONES

volumétrica de las TACs permite que se observen los puntos de ambos tejidos de forma simultánea, lo que disminuye el error considerablemente.

Por otro lado, el uso de un escáner de imagen de rango facilita la replicación de un cráneo escaneado con la posición de la cara de la fotografía a comparar. Este se consideraba como uno de los problemas básicos de esta técnica. Con la ayuda de algoritmos evolutivos y de la inteligencia artificial dicha reproducción de la posición facial se elimina casi de forma automática.

Además, el cráneo virtual obtenido con el escáner se obtiene a escala real (1:1), eliminando de esta manera otro de los problemas planteados en la identificación por superposición, que es el escalado.

Con el estudio de la base de datos obtenida, se han diferenciado nuevas fases de edad, determinadas por grupos con mayor número de individuos, lo que hace que la muestra sea más significativa. La conclusión a la que se ha llegado coincide con los posibles cambios estructurales faciales y craneales. En primer lugar, el grupo 1 incluye a sujetos con edades comprendidas entre los 15 y los 19 años, lo que coincide con el fin de la formación de los huesos de la cara. El siguiente grupo comprende un rango de edad mayor, de 20 a 49 años, tiempo en el que la morfología facial no sufre, en circunstancias normales, ningún cambio. Y finalmente el último grupo de edad, de 50 a 60 años, periodo en el que el paso del tiempo modifica ciertos rasgos en la cara influidos por la laxitud de tejidos, nariz, pómulos, párpados, etc.; el desgaste y posible pérdida de dientes, que achata la cara.

Junto a esta división por grupos de edad, se han encontrado ciertas diferencias entre sexos. Dicha separación es más obvia en los puntos de la zona orbital, ya que para el sexo masculino prevalece la anchura sobre la altura de la cara, más que para el sexo femenino.

Con esta actualización de la técnica, podemos concluir que la relación entre los puntos somatométricos y craneométricos no es como se

CONCLUSIONES

fundamentaba hasta ahora con la perpendicularidad entre puntos, sino que existe una relación espacial diferente. Además, la utilización de otros puntos craneométricos más fáciles de marcar en el hueso, hace más efectiva dicha relación (sfz, ENA).

Tras estudiar con detenimiento cada uno de los puntos craneométricos y somatométricos, se ha llegado a la conclusión de que son fáciles de colocar con exactitud, a excepción de "*Ectoconchion*", que no se puede marcar con claridad, ya que las coordenadas del punto varían mucho en función del corte que se haya realizado en el estudio tomográfico. La comparación con otros puntos, como la sutura fronto-zigomática, ha permitido que se pueda identificar dicho punto con fiabilidad y precisión.

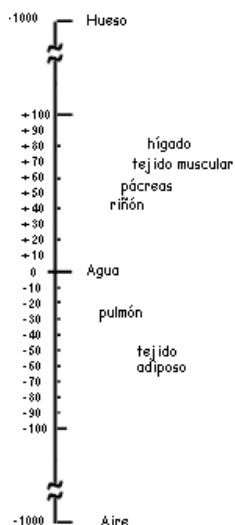
El uso de otros puntos craneométricos, como ENA, puede ser de gran ayuda, ya que es más preciso y la distancia con su correspondiente somatométrico es menor. La objeción que presenta este punto, es que suele encontrarse fragmentado en el cráneo.

Finalmente, y tras esta puesta a punto con nuevas aplicaciones tecnológicas, podemos concluir que la técnica de identificación por superposición fotográfica es una herramienta útil que puede servir de apoyo a otras técnicas de identificación. La agilidad y fiabilidad que aporta puede servir a la hora de la eliminación de diferentes sujetos dubitados para identificar a partir de un cráneo y una fotografía, aunque sea definitivamente confirmado por otras técnicas más costosas o lentas, como el ADN o la Odontología.

VII: GLOSARIO DE TÉRMINOS

- ▮ Amplitud de ventana (W): aporta la discriminación entre estructuras, ventanas estrechas permiten una mejor discriminación entre estructuras de valores UH cercanos. Se asigna la escala de grises sólo a las UH que están en esa ventana.
- ▮ Centro de ventana (L): se sitúa el valor medio de UH (números Hounsfield) de la estructura a estudiar.

- ▮ Escala Hounsfield:



GLOSARIO DE TÉRMINOS

- ▮ Gantry: es la carcasa hueca que rodea la mesa, y contiene el tubo de RX, los detectores, los tubos de refrigeración, y cableado.
- ▮ Gray (Gy): es la cantidad de energía absorbida por los tejidos. Un Gy equivale a la absorción de 1 julio/Kg. Una dosis de radiación se relaciona con Gy en una proporción de 1 a 100 (1 Gy = 100 rads.).
- ▮ Grosor de corte: determina el volumen del vóxel o, lo que es lo mismo, la anchura del corte. Se mide en mm.
- ▮ Intervalo: determina la distancia entre un corte y otro.
- ▮ Pitch: movimiento de la mesa en mm. por un giro completo de la estación tomográfica.
- ▮ Píxel: abreviatura de "picture element".
- ▮ Vóxel: abreviatura de "volume element".

VIII: BIBLIOGRAFÍA

- [1] Alemán, I. *Determinación del sexo en restos esqueléticos. Estudio de una población mediterránea actual*. Tesis doctoral. Universidad de Granada, 1997.
- [2] Alemán, I., Botella, M.C., Navarro, F., Cordon, O., Damas, S., Santamaría, J. *Identificación humana mediante superposición de imágenes. Una propuesta metodológica*. Cuadernos de Medicina Forense. 2008; 14 (53-54): 309-315.
- [3] Adams, G.L., Gansky, S.A., Miller, A.J., Harrell, W.E., Hatcher, D.C. *Comparison between traditional 2-dimensional cephalometry and a 3-dimensional approach on human dry skulls*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2004; 397-409.
- [4] Amnistía Internacional. *Amnesty International Report 1994*. London: Amnesty International Publications, 1994.

BIBLIOGRAFÍA

- [5] Aso, J., Martínez-Quñones, J.V., Aso-Vizán, J., Pons, J., Arregui, R., Baena, S. *Virtopsia. Aplicaciones de un nuevo método de inspección corporal no invasiva en ciencias Forenses*. Cuadernos de Medicina Forense. 2005; II: 40.

- [6] Aulsebrook, W.A., Iscan, M.Y., Slabbert, J.H., Becker, P. *Superimposition and reconstruction in forensic facial identification: a survey*. Forensic Science International. 1995; 75: 101-120.

- [7] Aulsebrook, W.A., Becker, P.J., Iscan, M.Y. *Facial soft-tissue thicknesses in the adult male Zulu*. Forensic Science International. 1996; 79: 83-102.

- [8] Baumrind, S., Frantz, R.C. *The reliability of head film measurements. 1. Landmark identification*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 1971. 60: 111-27. En: El-Mangoury, E.H., Shaheen, S.I., Mostafa, Y.A. *Landmark identification in computerized posteroanterior cephalometrics*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 1987; 91: 57-61.

- [9] Bellman, D., Fuchs, T., Weidenbusch, A., Haber, J., Stein, K.M., Georg, T., Wilske, J. *Computer-Aided Measurement of the Tissue Thickness of Deceased Person with Computer Tomography Scans of the Head*. En: Buzug, T.M., Sigl, K.M., Bongartz, J., Prüfer, K. editors. *Facial Reconstruction/Gesichtsrekonstruktion, BKA Series: Police and Research* 35, Luchterhand/WoltersKluwer, München, 2007; 21-39.

- [10] Berger, D. *Untersuchungen über die Weichteildickenmaße des Gesichts*. Frankfurt/Main: Diss, 1965. En: Wilkinson, C. *Forensic Facial Reconstruction*. Cambridge University Press, 2004.

- [11] Bisquerra Alzina, R. *Introducción conceptual al análisis multivariante. Un enfoque informático con los paquetes SPSS-X, BMDP, LISREL y SPAD*. Editorial PPU. S.A., Barcelona, 1989.

BIBLIOGRAFÍA

- [12] Bosmans, N., Ann, P., Medhat, A., Willems, G. *The Application of Kvaal's dental age calculation technique on panoramic dental radiographs*. Forensic Science International, 2005; 153: 208-212.

- [13] Broca, P. *Instructions crâniologiques et crâniométriques de la Société d'Anthropologie de Paris*; Bill Mèm Soc d'Anthropol Paris 2 (série II), 1895; 1-103. En: Iscan, M.Y., Quatrehomme, G. *Medicolegal Anthropology in France*. Forensic Science International, 1999; 100: 17-35.

- [14] Brown, K.A., Clarke, B., Hollamby, C., Congdon, I. *Identification in the Truro murders*. Presented at the 7th Australian International Symposium on the Forensic Sciences, Sydney, 1981. En: Aulsebrook, W.A., Iscan, M.Y., Slabbert, J.H., Becker, P. *Superimposition and reconstruction in forensic facial identification: a survey*. Forensic Science International. 1995; 75: 101-120

- [15] Brown, K.A. *Developments in craniofacial superimposition for identification*. Journal of Forensic Odontostomatology, 1983; 1: 57-64.

- [16] Bruce, V., Burton, M. *Computer Recognition of Faces*. En Young, A.W. y Ellis, H.D. editors. Handbook of Research on Face Processing, Elsevier, North Holland, 1989; 487-506; En: Catterick, T. *Facial Measurements as an Aid to Recognition*. Forensic Science International, 1992; 56: 23-27.

- [17] Brues, A.M. *Identification of Skeletal Remains*. Journal of Criminal Law, Criminology, and Police Science, 1958; 48: 551-6. En: Stephan, C.N., Simpson, E. *Facial Soft Tissue Depth in Craniofacial Identification (Part I): An Analytical Review of the Published Adult Data*. Journal of Forensic Sciences, 2008a; 53 (6): 1257-1272.

- [18] Buckberry J., Chamberlain, A. *Age estimation from the auricular surface of the ilium: a revised method*. American Journal of Physical Anthropology, 2002; 119: 231-239.

BIBLIOGRAFÍA

- [19] Budin, F., Zeng, D., Ghosh, A., Bullitt, E. *Preventing facial recognition when rendering MR images of the head in three dimensions*. Medical Image Analysis, 2008; 12: 229-239.
- [20] Cai, D., Lan, Y. *Standards for skull-to-photo superimposition*. En: Iscan, M.Y. y Helmer, R.P. editors. *Forensic analysis of the skull*, Wiley-Liss, New York, 1993; 171-181.
- [21] Cattaneo, C. *Forensic anthropology: developments of a classical discipline in the new millennium*. Forensic Science International, 2007; 165: 185–193.
- [22] Catterick, T. *Facial Measurements as an aid to Recognition*. Forensic Sciences International. 1992; 56: 23-27.
- [23] Cavalcanti, M.G.P., Haller, W., Vannier, M. *Three-dimensional computed tomography landmark measurement in craniofacial surgical planning: experimental validation In Vitro*. Journal of Oral Maxillofacial Surgery. 1999; 57: 690-4.
- [24] Cavalcanti, M.G.P., Rocha, S.S., Vannier, M.W. *Craniofacial Measurements based on 3D-CT Volume Rendering: Implications for Clinical Applications*. Dentomaxillofacial Radiology. 2004; 33: 170-176.
- [25] Cocks, F.B. The Barkly Highway murder. Aust. Pol. J. 1970; 24: 173-185. En: Prieels, F., Hirsch, S., Hering, P. *Holographic topometry for a dense visualization of soft tissue for facial reconstruction*. Forensic Science, Medicine and Pathology. 2009; 5: 11-16.
- [26] Codinha, S. *Facial Soft Tissue Thicknesses for Portuguese Adult Population*. Forensic Science International. 2009; 184: 80.e1-80.e7.

BIBLIOGRAFÍA

- [27] Czekanowski, J. *Untersuchungen über das Verhältnis der Kopfmabe zu dem Schädel-maben*. Archiv für Anthropologie. 1907; 34, 42–89. En: Wilkinson, C. *Forensic Facial Reconstruction*. 2004; Cambridge University Press.
- [28] Damas, S., Cordón, O., Ibañez, O., Santamaría, J., Alemán, I., Botella, M.C., Navarro, F. *Forensic identification by computer - aided craneofacial superimposition: a survey*. ACM Computing Surveys. In press (2011).
- [29] De Aranzadi, T. *De la Discordancia Entre la Altura del Cráneo y de la Cabeza en el Vivo*. Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. 1913; Tomo 13; 170-179.
- [30] De Carlo Villafranca, F., Cobo Plana, J.M., Moro Antonio, J.M., Puente Rodríguez, M., Canut Guillén, J., Llorente Pendás, S., Fernández Mondragón, M.P., Díaz Villa, B. *Cefalometría: Descripción y Aplicaciones*. 2000. 1edición, Oviedo; Ed. Publistar.
- [31] De Carlo, D., Metaxas, D., Stone, M. *An Anthropometric Face Model Using Variational Techniques*. Proceeding SIGGRAPH,98. 1998; 32: 67-74.
- [32] Domaracki, M., Stephan, C. *Facial Soft Tissue Thicknesses in Australian Adult Cadavers*. Journal of Forensic Sciences. 2006; 47 (4): 730-735.
- [33] Dumont, E.R. *Mid-facial tissue depths of white children: an aid in facial feature reconstruction*. Journao of Forencis Sciences. 1986; 31: 1463-9.
- [34] El-Mangoury, E.H., Shaheen, S.I., Mostafa, Y.A. *Landmark identification in computerized posteroanterior cephalometrics*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 1987; 91: 57-61.

BIBLIOGRAFÍA

- [35] Esquivel, AM. *Tratado de Anatomía pictórica*; inspeccionado por la Real Academia de Nobles Artes de S. Fernando y aprobado por el Gobierno de S. M. Madrid. 1848.
- [36] Farkas, L.G., Posnick, J.C., Hreczko, T.M., Pron, G.E. *Growth of the Head*. Cleft Palate-Craniofacial Journal. 1992; 29; Nº 4.
- [37] Fazekas, I.G., Kosa, F. *Forensic fetal osteology*. Akadémiai Kaidó, Budapest. 1978.
- [38] Fedosyutkin, B.A., Nainys, J.V. *The Relationship of Skull Morphology to Facial Features*. En M.Y. Iscan y R.P. Helmer editors. *Forensic Analysis of the Skull*, Willey-Liss, New York. 1993; 199-213.
- [39] Fenton, W.T., Heard, A.N., Sauer, N.J. *Skull-photo superimposition and border deaths: identification through exclusion and the failure to exclude*. Journal of Forensic Sciences. 2008; 53 (1): 34-40.
- [40] Ferrario, V.F., Sforza, C., Serrao, G., Ciusa, V., Dellavia, C. *Growth and aging of facial soft tissues: A computerized three-dimensional mesh diagram analysis*. Clinical Anatomy. 2003; 16: 420-433.
- [41] Fraser N.L., Yoshino, M., Imaizumi, K., Blackwell, S.A., Thomas, C.D., Clement, J.G. *A Japanese Computer-Assisted Facial Identification System Successfully Identifies Non-Japanese Faces*. Forensic Sciences International. 2003; 135: 122-128.
- [42] Fromby, W.A., Nanda, R.S., Currier, G.F. *Longitudinal changes in the adult facial profile*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 1994; 105: 464-476.
- [43] Garamendi, P.M. *Análisis de parámetros de maduración ósea como indicadores de edad en estudios de radiología dental de tórax y estudios*

BIBLIOGRAFÍA

- de radiología panorámica dental digital*. Tesis doctoral, Universidad de Granada. 2007.
- [44] Gatliff, B.P., Snow, C.C. *From Skull to Visage*. Journal of Biocommunication. 1979; 6: 27-30. En: Stepahn, C.N., Davidson, P.L. *The Placement of the Human Eyeball and Canthi in Craniofacial Identification*. Journal of Forensic Sciences. 2008; 53 (3): 612-619.
- [45] George, R.M. *The lateral craniographic method of facial reconstruction*. Journal of Forensic Sciences. 1987; 32(5):1305-1330.
- [46] George, R.M. *Facial Geometry: Graphic Facial Analysis for Forensic Artists*. Charles C. Thomas Publisher, Ltd; Springfield, Illinois, USA. 2007.
- [47] Gerasimov, M.M. *The Face Finder*. New York: Hutchinson. 1971. The Reconstruction of the Face from the Basic Structure of the Skull, trans. W. Tshernezky, Russia: Publishers unknown. 1975. En: Wilkinson, C. *Forensic Facial Reconstruction*. Cambridge University Press. 2004.
- [48] Ghosh, A. K., Sinha P. *An economised craniofacial identification system*. Forensic Science International. 2001; 117: 109-119.
- [49] Glaister, J., Brash, J.C. *Medico-Legal Aspects of the Ruxton Case*. Edinburg: Livingstone. 1937.
- [50] Grüner, O. Identification of Skulls: *A Historical Review and Practical Applications*. En: M.Y. Iscan y R.P. Helmer editors. *Forensic Analysis of the Skull*, Willey-Liss, New York. 1993: 36-37.
- [51] Hammer, H.J., *Koperliche Merkmale*. En: Hunger, H., Leopold, D. editors. Identifikation, Barth, Leipzig. 1978; 391-404. En: Yoshino, M., Matsuda, H., Kubota, S., Imaizumi, K., Miyasaka, S. *Computer-Assisted Facial*

BIBLIOGRAFÍA

- Image Identification System using a 3-D Physiognomic Range Finder.* Forensic Science International. 2000; 109: 225-237.
- [52] Harmon, L.D., Khan, M.K., Lasch, R., Ramig, P.F. *Machine Identification of Human Faces. Pattern Recognition.* 1981; 13: 97-110.
- [53] Harun, W.A., Rajion, Z.A., Aziz, I.A., Samsudin, A.R. *3D CT Imaging for Craniofacial Analysis based on Anatomical Regions.* Proceeding of the 2005 IEEE Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference. Shanghai, China. September, 2005; 1-4: 817-820. En Codinha, S.C. *Facing the Dead: Prediction of Facial Soft Tissue Depths from Craniometric Dimensions for Forensic Craniofacial Identification.* Tesis doctoral, 2010; Universidad de Coimbra; Coimbra.
- [54] Heckbert, P., Garland, M. *Survey of polygonal surface simplification algorithms.* Multiresolution Surface Modeling Course Notes of SIGGRAPH. 1997
- [55] Hellman, M. *An introduction to growth of the human face from infancy to adulthood.* The International Journal of Orthodontia, Oral Surgery and Radiography. 1932; Vol. XVIII, Nº8: 777-798.
- [56] Helmer R. *Schädelidentifizierung durch elektrnische Bildmischung.* Heidelberg, Kriminalistik-Verlag. 1984. En: Wilkinson, C. *Forensic Facial Reconstruction.* Cambridge University Press. 2004.
- [57] Helmer, R.P., Grüner, O. *Vereinfachte Schädelidentifizierung nach dem Superprojektionsverfahren mit Hilfe einer Video-Anlage.* Z. Rechtsmedizin. 1987; 80: 183-187. En: Aulsebrook, W.A., Iscan, M.Y., Slabbert, J.H., Becker, P. *Superimposition and reconstruction in forensic facial identification: a survey.* Forensic Science International. 1995; 75:101-120.

BIBLIOGRAFÍA

- [58] Helmer, R.P., Rohricht, S., Peterson, D., Mohr, F. *Assesement of the reliability of facial reconstruction*. En: M.Y. Iscan y R.P. Helmer editors. *Forensic analysis of the skull*. Willey-Liss, New York. 1993; 229-246.

- [59] Helmer, R.P.; Schimmler, J.B., Rieger, J. *On the conclusiveness of skull identification via the video superimposition technique*. Canadian Society of Forensic Science. 1989a; 22: 177-194.

- [60] Helmer, R.P.; Schimmler, J., Reiger, J. *Zum Beweiswert der Schädelidentifizierung mit Hilfe der Video-Bildmischtechnik unter Berücksichtigung der Kranimetrischen Individualität menschlicher Schädel*. Z. Rechtsmedizin. 1989b; 102: 451-459. En: Aulsebrook, W.A., Iscan, M.Y., Slabbert, J.H., Becker, P. *Superimposition and reconstruction in forensic facial identification: a survey*. Forensic Science International. 1995; 75:101-120.

- [61] Hennesy R.J., McLearn, S., Kinsella, A., Waddington, J.L. *Facial Surface Analysis by 3D Laser Scanning and Geometric Morphometrics in Relation to Sexual Dimorphism in Cerebral-Craniofacial Morphogenesis and Cognitive Function*. Journal of Anatomy. 2005; 207: 283-295.

- [62] Hildebolt, C.F., Vannier, M.W., Knapp, R.H. *Validation study of skull three-dimensional computerized tomography measurements*. American Journal of Physical Anthropology. 1990; 82: 283-294. En: Adams, G.L., Gansky, S.A., Miller, A.J., Harrell, W.E., Hatcher, D.C. *Comparison between traditional 2-dimensional cephalometry and a 3-dimensional approach on human dry skulls*. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2004; 397-409.

- [63] His, W. *Anatomische Forschungen über Johan Sebastian Bach Gebeine und Antlitz nebst Bemerkungen über dessen Bilder*. Abhandlungen der mathematisch physikalischen Klasse der Königlichen Sachsichen

BIBLIOGRAFÍA

- Gesellschaft der Wissenschaften. 1895; 22: 379-420. En: Wilkinson, C. *Forensic Facial Reconstruction*. Cambridge University Press. 2004.
- [64] Ibañez, O. *Forensic Identification by craniofacial superimposition using Soft Computing*. Tesis doctoral. Universidad de Santiago de Compostela. 2010.
- [65] Ilustración española y Americana, *Servicio fotográfico en la Prefectura de policía: retratando a un criminal*. Madrid, 22 de marzo de 1889.
- [66] Iscan, M.Y., Miller-Shaivitz, P. *Determination of sex from the tibia*. American Journal of Physical Anthropology. 1984; 64 (1):53-57.
- [67] Iscan, M.Y. *Rise of forensic anthropology*. Yearbook of Physical Anthropology. 1988; 31: 203-230.
- [68] Iscan, M.Y., Helmer, R.P. editors. *Forensic analysis of the skull*. Willey-Liss, New York. 1993.
- [69] Iscan, M.Y. *Introduction to techniques for photographic comparison: potentials and problems*. En: Iscan, M.Y., Helmer, R.P. editors. *Forensic analysis of the skull*. Willey-Liss, New York. 1993; 57-70.
- [70] Ishii, M., Yayama, K., Montani, H., Sakuma, A., Yasjima, D., Hayakawa, M., Yamamoto, S., Iwase, H. *Application of superimpositio-based personal identification using skull computed tomography images*. Journal of Forensic Sciences. 2011; 56 (4): 960-966.
- [71] Santamaría, J., Cordon, O., Damas, S., García-Torres, J.M. Quirin, A. *Performance evaluation of memetic approaches in 3D reconstruction of forensic objects*. Soft Computing. 2009; 13: 883-904.

BIBLIOGRAFÍA

- [72] Jayaprakash, P.T., Srinivasan, G.J., Amraveswaran, M.G. *Cranio-facial morphoanalysis: a new method for enhancing reliability while identifying skulls by photo superimposition*. Forensic Science International. 2001; 117: 121-143.

- [73] Kaya, Y., Kobayashi, K. *A basic study on human face recognition*. En: Watanabe, S. editors. *Frontiers of pattern recognition*, Academic Press, New York. 1972; 265-289. En: Catterick, T. *Facial measurements as an aid to recognition*. Forensic Science International. 1992; 56: 23-27.

- [74] Keith, A., Campion, G.G. *A contribution to the measurement of the growth of the human face*. Reprint, British Society for Study of Orthodontics, London. 1921. En: *Para conocer al hombre: homenaje a santiago genovés*. Universidad Nacional Autónoma de México. 1990; 368-370.

- [75] Kim, K.D., Ruprecht, A., Wang, G., Lee, J.B., Dawson, D.V., Vannier, M.W. *Accuracy of facial soft tissue thickness measurements in personal computer-based multiplanar reconstructed computed tomographic images*. Forensic Sciences International. 2005; 155: 28-34.

- [76] Kimura, K. *Sex differences of the hip bone among several populations*. Okajimas Folia Anatomica Japonica, 1982; 58: 266-273. En: Yoldi, A., Alemán, I., Botella, M.C. *Funciones discriminantes del sexo a partir del ilion en una población mediterránea de sexo conocido*. Revista española de Antropología Biológica. 2001; 22: 23-38.

- [77] Koelmeyer, T.D. *Videocamera superimposition and facial reconstruction as an aid to identification*. American Journal of Forensic Medicine and Pathology, 1982; 3: 45-48. En: Yoshino, M., Iamizumi, K., Miyasaka, S., Sueshige, S. *Evaluation of anatomical consistency in cranio-facial superimposition images*. Forensic Science International. 1995; 74: 125-134.

BIBLIOGRAFÍA

- [78] Kollman, J., Büchly, W. *Die persistenz der rassen und die reconstruction der physiognomie prahistorischer schadel*. Archives fur Anthropologie. 1898; 25: 329-359. En: F., Hirsch, S., Hering, P. *Holographic topometry for a dense visualization of soft tissue for facial reconstruction*. American Journal of Forensic Science. Medicine and Pathology. 2009; 5: 11-16.

- [79] Kolltveit, K.M., Solheim, T., Kvaal, S.I. *Methods of measuring morphological parameters in dental radiographs-comparison between image analysis and manual measurements*. Forensic Science International. 1998 94: 87-95.

- [80] Krogman, W.M. *Child growth*. University of Michigan Press, Ann Arbor.1972. En: *Para conocer al Hombre: homenaje a Santiago Genovés*. Universidad Nacional Autónoma de México; Craniometry to Cephalometry to Roentgenographic Cephalometry. 1990; 367-382.

- [81] Krogman, W.M., Iscan, M.Y. *The human skeleton in forensic medicine* (2nd edition). Springfield, IL. Charles C. Thomas. 1986.

- [82] Kumari, T.R., Sekharan, P.C. *Remote control skull positioning device for superimposition studies*. Forensic Science International. 1992; 54: 127-133.

- [83] Lan, Y., Cai, D. *Technical advances in skull-to-photo superimposition*. En: Iscan, M.Y., Helmer, R.P. editors. *Forensic analysis of the skull*. Willey-Liss, New York. 1993; 119-22.

- [84] Leonardi, R., Annuziata, A., Caltabiano, M. *Landmark identification error in posteroanterior cephalometric radiography*. Angle Orthodontist. 2008; 78: 761-765.

BIBLIOGRAFÍA

- [85] Leopold, D., Hammer, H.J., Greil, H. *Determination of body constitution Tupe from the face*. En: Iscan, M.Y., Helmer, R.P. editors. *Forensic analysis of the skull*. Willey-Liss, New York. 1993; 183-198.
- [86] Majumdar, T., Sinha, P. *Photographs of the human face and broken projective symmetry*. Journal of Forensic Sciences Society. 1989; 29: 387-395.
- [87] Major, P.W., Johnson, D.E., Hesse, K.L., Glover, K.E. *Effect of head orientation on posterior anterior cephalometric landmark identification*. Angle Orthodontist. 1996; 66: 51-60.
- [88] Manhein, M.H., Barsley, R.E., Listi, G.A., Musselman, R., Barrow, N.E., Ubelaker, D.H. *In vivo facial tissue depth measurements for children and adults*. Journal of Forensic Science. 2000; 45 (1): 48-60.
- [89] Mañana-Borrazás, P., Rodríguez Paz, A., Blanco-Rotea, R. *Una experiencia en la aplicación del Láser Escáner 3D a los procesos de documentación y análisis del Patrimonio Construido: su aplicación a Santa Eulalia de Bóveda (Lugo) y San Fiz de Solovio (Santiago de Compostela)*. 2008; Arqueología de la arquitectura, 5: 15-32.
- [90] Martin, R., Saller, K. *Lehrbuch der Anthropologie in systematischer Darstellung*. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. 1966.
- [91] Masset, C. *Age estimation on the basis of cranial sutures*, En: Iscan, M.Y. editor. *Ages markers in the human skeleton*. Thomas, Springfield. 1989; 71-103.
- [92] Mateus, S., Sánchez, G., Branch, JW., Boulanger, P. *Selección de puntos representativos en imágenes de rango*. Revista de ingenierías Universidad de Medellín. 2006; 5 (8): 147-158.

BIBLIOGRAFÍA

- [93] McKern, T.W., Stewart, T.D. *Skeletal age changes in young American males*. Natrick, MA: Quartermaster Research and Development Command, Technical Report EP-45. 1957.

- [94] Miyasaka, S., Yoshino, M., Imaizumi, K., Seta, S. *The computer-aided facial reconstruction system*. Forensic Sciences International. 1995; 74: 155-165.

- [95] Niinimäki, S., Karttunen, A. *finnish facial tissue thickness study*. En: Herva V-P editor. *People, material culture and environmental in the north*. Proceedings of the 22nd Nordic Archaeological Conference. Aug. 18-23. University of Oulu. 2006; 343-52.

- [96] Oliver, G., Demoulin, F. (1976): *Pratique Anthropologique*. Universite Paris 7. En: Ruiz-Rodríguez, L. *Variabilidad y correlaciones de puntos craneales*. Tesis Doctoral de la Universidad de Granada. 1991.

- [97] Paus, T., Collins, D.L., Evans, A.C., Leonard, G., Pike, B. Zijdenbos, A. *Maturation of white matter in the human brain: A review of magnetic resonance studies*. Brain Research Bulletin. 2001; 54: 255-266.

- [98] Pfaeffli, M., Vock, P., Dirnhofer, R., Braun, M., Bolliger, S.A., Thali, M.J. *Post-mortem radiological CT identification based on classical ante-mortem X-ray examinations*. Forensic Science International. 2007; 171: 111-117.

- [99] Phillips, V.M., Smuts, N.A. *Facial reconstruction: utilization of computerized tomography to measure facial tissue thickness in a mixed racial population*. Forensic Sciences International. 1996; 83(1): 51-59.

- [100] Prieels, F., Hirsch, S., Hering, P. *Holographic topometry for a dense visualization of soft tissue for facial reconstruction*. Forensic Science. Medicine and Pathology. 2009; 5: 11-16

BIBLIOGRAFÍA

- [101] Ramsthaler, F., Kettner, M., Gehl, A., Verhoff, M.A. *Digital Forensic Osteology: morphological sexing of skeletal remains using volume-rendered cranial CT scans*. Forensic Science International. 2010; 195: 148-152.

- [102] Rhine, J.S., Moore, C.E. *Tables of Facial Tissue Thickness of American Caucasoids in Forensic Anthropology*. Maxwell Museum Technical Series 1. 1984. En: Stephan, C.N., Simpson. *Facial soft tissue depths in craniofacial identification (part I): an analytical review of the published adult data*. Journal of Forensic Sciences. 2008; 53: 1257-1272.

- [103] Rhine, J.S., Campbell, R.H. *Thickness of facial tissues in American blacks*. Journal of Forensic Sciences. 1980; 25(4): 847-858. En: Wilkinson, *Forensic facial reconstruction*. Cambridge, Cambridge University Press. 2004.

- [104] Rocha, S.S., Ramos, D.L.P., Cavalcanti, M.G.P. *Aplicability of 3D-CT facial reconstruction for forensic identification*. Pesquisa Odontológica Brasileira. 2003; 17 (1): 24-28.

- [105] Romero Guia, N.J. *Precisión en la localización de los puntos cefalométricos en un análisis de radiografía lateral*. Tesis doctoral, Universidad Nacional mayor de San Marcos; Lima (Perú), 2004.

- [106] Santamaría, J., Cordon, O., Damas, S., García-Torres, J.M., Quirin, A. *Performance evaluation of memetic approaches in 3D reconstruction of forensic objects*. Soft Ccomputing. 2009; 13 (8-9): 883-904.

- [107] Sassouni, V. *A roentgenographic cephalometric analysis of cephalo-facio-dental relationships*. American Journal of Orthodontics. 1955; 41 (10): 735-764.

BIBLIOGRAFÍA

- [108] Scammon, R.E.; Calkins, L.A. *The development and growth of the dimensions of the human body in the fetal period*, Minneapolis, University of Minnesota Press. 1929. En: Hellman, M. D.D.S. *An introduction to growth of the human face from infancy to adulthood*. Orthodontia, Oral Surgery and Radiography. 1932 8: 777-798.

- [109] Scheuer, L., Black, S. *The juvenile skeleton*. Elsevier Academic Press. 2004.

- [110] Schwartz, J. H. *Skeleton keys. An introduction to human skeletal morphology, development and analysis*. Oxford University Press. Oxford. 1995.

- [111] Sekharan, P.C. *A scientific method for positioning of the skull for photography in superimposition studies*. Journal of Police Science Admin. 1973; (1): 232-240.

- [112] Sekharan, P.C. *A revised superimposition technique for identification of the individual from the skull and photograph*. Journal of Criminal Law, Criminology, and Police Science. 1979; 62: 107-113. En: Shahrom, A.W., Vanezis, P., Chapman, R.C., Gonzales, A., Blenkinsop, C., Rossi, M.L. *Techniques in facial identification: Computer-aided facial reconstruction using a laser scanner and video superimposition*. International Journal of Legal Medicine. 1996; 108(4): 194-200.

- [113] Seta, S., Yoshino, M. A. *Combined apparatus for photographic and video superimposition*. En: Iscan, M.Y., Helmer, R.P. editors. *Forensic analysis of the skull*. Willey-Liss, New York. 1993; 161-169.

- [114] Shahrom, A.W., Vanezis, P., Chapman, R.C., Gonzales, A., Blenkinsop, C., Rossi, M.L. *Techniques in facial identification: Computer-aided facial reconstruction using a laser scanner and video superimposition*. International Journal of Legal Medicine. 1996; 108(4): 194-200.

BIBLIOGRAFÍA

- [115] Sheng-Bo, Y., U-Young, L., Dai-Soon, K., Yong-Woo, A., Chang-Zhu, J., Jie, Z., Hong-Ji, S., Seung-Ho, H. *Determination of sex for the 12th thoracic vertebra by morphometry of three-dimensional reconstructed vertebral models*. *Journal of Forensic Scienc.* 2008; 53(3): 620-626.

- [116] Shultz, A.H. *Fetal growth of man and other primates*. *Quaterly Rev. Biol.* 1. 1926; 465. En: Hellman, M. *An introduction to growth of the human face from infancy to adulthood*. *Orthodontia, Oral Surgery and Radiography*. 1932; 8: 777-798.

- [117] Simpson, E., Hennenberg, M. *Variation in soft-tissue thicknesses on the human face and their relation to craniometric dimensions*. *American Journal of Physical Anthropology*. 2002; 118: 121-133.

- [118] Sol, El. *Diario independiente de Madrid*. Mayo de 1936. Biblioteca Nacional de España.

- [119] Snow, C.C., Gatliff, B.P., McWilliams, K.R. *Reconstruction of facial features from the skull: an evaluation of its usefulness in forensic anthropology*. *American Journal of Physical Anthropology*. 1970; 33: 221-228. En: Wilkinson, C. *Forensic facial reconstruction*. Cambridge, Cambridge University Press. 2004.

- [120] Spalteholz, W. *Atlas de anatomía humana*. Tomo I. Editorial Labor, S.A. Barcelona. 1975.

- [121] Stephan, C.N. *Facial aproximation: an evaluation of mouth width determination*. *American Journal of Physical Anthropology*. 2003; 121 (1): 48-57.

- [122] Stewart, T.D. *Essentials of Forensic Anthropology: especially as developed in the United States*. C. Thomas, Springfield, IL. 1979.

BIBLIOGRAFÍA

- [123] Stewart, T.D. *The points of attachment of the palpebral ligaments. Their use in facial reconstructions on the skull.* Journal of Forensic Sciences. 1983; 28(4): 858-863. En: Fenton, W.T., Heard, A.N., Sauer, N.J. *Skull-photo superimposition and border deaths: identification through exclusion and the failure to exclude.* Journal of Forensic Sciences. 2008; 53 (1): 34-40.

- [124] Suazo, I.C.G., Pérez, F.J.R., Torres, S.R.M. *Grososres tisulares faciales en cadáveres españoles y su aplicación en la identificación Medico-legal.* International Journal of Morphology. 2007; 21 (1): 109-116.

- [125] Suzuki, K. *On the thickness of the soft parts of the Japanese face.* 1948. En Wilkinson, C. *Forensic facial reconstruction.* Cambridge University Press. 2004.

- [126] Taylor, K.T. *Forensic Art and Illustration.* Boca Raton, CRC Press. 2001.

- [127] Testut, L. Latarjet, A. *Tratado de Anatomía Humana.* Tomo I. Salvat Eds. S.A. Barcelona. 1990.

- [128] Tahli, M.J., Dirnhofer, R., Bock, P. *The virtopsy approach. 3D Optical and radiological scanning and reconstruction in Forensic Medicine.* CRC Press. N.W. 2009.

- [129] Tood, T.W., D'Errico, J. *The clavicular epiphyses.* American Journal of Anatomy 1928; 41: 25-50. En: Garamendi, P.M. *Análisis de parámetros de maduración ósea como indicadores de edad en estudios de radiología dental de tórax y estudios de radiología panorámica dental digital.* Tesis doctoral, Universidad de Granada. 2007.

- [130] Turk, G., Levoy, M. *Zippered polygon meshes from range images.* Computer Graphics, ACM SIGGRAPH,94. 1994; 311-318.

BIBLIOGRAFÍA

- [131] Tyrrell, A.J., Evison, M.P., Chamerlain, A.T., Green, M.A. *Forensic three dimensional facial reconstruction: Historical review and contemporary Developments*. Journal of Forensic Science. 1997; 42 (4): 653-661.
- [132] Ubelaker, D.H. *Human skeletal remains. Excavation, analysis, interpretation*. Manuals on Archeology 2. Taraxacum. Washington. 1989.
- [133] Ubelaker, D.H. *Methodological considerations in the Forensic applications of human skeletal biology*. Katzenberg, A.M. y Saunders, S.R., editors. Biological Anthropology of the Human Skeleton. New York. Willey-Liss. 2000; 41-67.
- [134] Vanezis, P., Blowes, R.W., Linney, A.D., Tan, A.C., Richards, R., Neave, R. *Application of 3D computer graphics for facial reconstruction and comparison with sculpting techniques*. Forensic Science International. 1989; 42: 69-84.
- [135] Vanezis, P., Brierley, C. *Facial image comparison of crime suspects using video superimposition*. Science & Justice. 1996; 36 (1): 27-33.
- [136] Vanezis, M., Vanezis, P. *Facial reconstruction using 3-D computer graphics*. Forensic Science International. 2000; 108: 81-95.
- [137] Welcker, H. *Schiller's Schädel und Todenmaske, nebst Mittheilungen uber Schädel und Todenmaske Kants*, Fr. Vieweg und Sohn, Braunschweig. 1883. En: Evison, M.P., Finegan, OM. *Computerised 3D facial reconstruction*. www.assemblage.group.shef.ac.uk/1/evison.html. 1998.
- [138] Wilkinson, C.M. *In vivo facial tissue depth measuremens for white British children*. 2002; 47 (3): 459-65.
- [139] Wilkinson, C.M. *Forensic facial reconstruction*. Cambridge, Cambridge University Press. 2004.

BIBLIOGRAFÍA

- [140] Yoldi, A., Alemán, I., Botella, M.C. *Funciones discriminantes del sexo a partir del ilion en una población mediterránea de sexo conocido*. Revista española de Antropología Biológica. 2001; 22: 23-38.
- [141] Yoshino, M., Imaizumi, K., Miyasaka, S., Sueshige, S. *Evaluation of anatomical consistency in cranio-facial superimposition images*. Forensic Science International. 1995; 74: 125-134.
- [142] Yoshino, M., Matsuda, H., Kubota, S., Imaizumi, K., Miyasaka, S., Seta, S. *Computer-assisted skull identification system using video superimposition*. Forensic Science International. 1997; 90: 231-244.
- [143] Yoshino, M., Seta, S. *Skull-photo superimposition*. En Siegel, J.A. Saukko, P.J., Knupfer, G.C., editors. *Encyclopedia of Forensic Sciences*, Vol II. San Diego. Academic Press. 2000; 807-815.
- [144] Yoshino, M., Matsuda, H., Kubota, S., Imaizumi, K., Miyasaka, S. *Computer-assisted facial image identification system using a 3D physiognomic range finder*. Forensic Science International. 2000; 109: 225-237.
- [145] Zaragoza, J.R. *Física e Instrumentación Médicas*. 2ª ed. Masson-Salvat. Barcelona. 1992.