

ENVEJECIMIENTO, PERDIDA DENTARIA Y CAMBIOS CRANEOFACIALES

Marina L. Sardi^{1,2*}, Marisol Anzelmo^{1,3}, Jimena Barbeito-Andrés^{1,2} y Héctor M. Pucciarelli^{1,2}

¹*División Antropología. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de La Plata. La Plata. Argentina*

²*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas-CONICET. Argentina*

³*Comisión de Investigaciones Científicas. Provincia de Buenos Aires-CIC. Argentina*

PALABRAS CLAVE morfología; remodelación; tamaño; nutrición

RESUMEN Los cambios craneofaciales resultantes del envejecimiento, se atribuyen principalmente a la pérdida dentaria, no habiendo modificaciones en otras estructuras craneanas. El objetivo de este trabajo es analizar dichos cambios en distintos componentes craneofaciales, probándose la hipótesis que indica que, luego de alcanzada la adultez, solo hay cambios morfológicos localizados, resultantes de la pérdida dentaria. Se tomaron medidas neurales y faciales en 70 individuos de origen francés con edades entre 22 y 102 años. Se registró el estado de la dentición, clasificándola en tres grupos, como: ausencia total de dientes (ATD), ausencia parcial de dientes (APD) y dentición completa (DC). Se realizó Análisis de Componentes Principales y ANCOVA a fin de evaluar el cambio morfológico según la edad y el estado dentario. Los resultados

indicaron que con la edad hay una disminución de tamaño craneofacial en todas las medidas, aún en estructuras no directamente implicadas en el soporte dentario; sin embargo, los individuos de mayor edad muestran también mayor pérdida dentaria. Ajustada para la edad, la única reducción asociada al estado de la dentición se evidencia en el ancho y la longitud alveolares, el ancho masticatorio y la altura facial. Aunque el patrón de variación podría relacionarse con la pérdida dentaria, no es independiente de otros procesos biológicos. Los individuos que carecen completamente de dientes, presentarían cambios acumulativos con la edad, debido a que la menor cantidad de dientes influye en el tipo de nutrición y en consecuencia, en el complejo craneofacial. Por lo tanto, la hipótesis propuesta se rechaza. *Rev Arg Antrop Biol* 13(1):61-69, 2011.

KEY WORDS morphology; remodeling; size; nutrition

ABSTRACT Craniofacial modifications, which come about with aging, are usually attributed to tooth loss, and it is accepted that other skull structures remain unchanged. The purpose of the study was to analyze morphological changes in different craniofacial components. The hypothesis to be tested states that once adulthood is reached, craniofacial changes are localised and only associated with tooth loss. Neural and facial measurements were taken on 70 French individuals aged between 22 and 102 years. Dental state was assessed and individuals were divided into three categories: total absence of tooth (ATD), partial absence of tooth (APD) and complete dentition (DC). Principal Components Analyses and ANCOVA were carried out to evaluate morphological change related to age and dental state. The results indicated that there was

a decrease of craniofacial size in all the measurements including those that described structures that were unrelated to dental support although older individuals showed also a remarkable tooth loss. When age was adjusted, the only reductions associated with dental state were found in alveolar width and length, masticatory width and facial height. Although this pattern of variation could be related to tooth loss, it may depend on several biological changes with aging. Tooth loss and aging are two linked biological processes since individuals that lack tooth completely may present accumulative changes with age because the reduced number of tooth influences on the kind of nutrition and, thus, on the craniofacial complex. Therefore, the stated hypothesis was rejected. *Rev Arg Antrop Biol* 13(1):61-69, 2011.

La especie humana se caracteriza, entre muchos otros rasgos, por su longevidad. Esta ha sido vista por los antropólogos desde una perspectiva adaptativa (Hawkes et al., 1997) pues aquellos individuos en etapa post-reproductiva pueden colaborar en la supervivencia de los individuos jóvenes. Sin embargo, con el envejecimiento se producen una serie de cambios biológicos que conducen a diversos

Financiamiento: Agencia Nacional de Promoción Científica y Técnica. PICT 1822-2007. Programa de Incentivos Docentes: Proyecto N531.

*Correspondencia a: Marina L. Sardi. División Antropología. Museo de La Plata. Paseo del Bosque s/n. 1900 La Plata. Buenos Aires. Argentina.

E-mail: msardi@fcnym.unlp.edu.ar

Recibido 27 Agosto 2010; aceptado 30 Mayo 2011

tipos de trastornos patológicos, especialmente de carácter osteo-articular y que disminuyen la calidad de vida de un individuo.

Con la edad, se desarrollan procesos degenerativos que son acentuados a partir de los 50 años, produciendo pérdida de masa ósea y cambios morfológicos por influencias locales y sistémicas, tales como la nutrición y alteraciones hormonales (Rosen et al., 1999; Kloss y Gassner, 2006). Los huesos de los miembros son principalmente afectados por osteoporosis, cuya frecuencia aumenta a partir de la sexta década de vida y por la cual se reduce la densidad mineral del hueso, volviéndolo más frágil. No es claro si en su aparición intervienen factores genéticos o los hábitos de un individuo a lo largo de su vida.

El cráneo por el contrario, no es afectado por osteoporosis (Kingsmill y Boyde, 1999; Rawlinson et al., 2009). Sus huesos con la edad, se hacen más compactos (Kingsmill y Boyde, 1999) y muchas suturas se obliteran. El principal factor de cambio morfológico en el cráneo con el envejecimiento es la pérdida dentaria (Tallgren, 1974; Albert et al., 2007), que afecta directamente a la mandíbula y al maxilar. Cuando los dientes se pierden, se adiona hueso en los alvéolos vacíos y se remueve hueso en los bordes alveolares (Enlow, 1982). En consecuencia, se reduce el tamaño facial (Albert et al., 2007) y se producen cambios estructurales, a fin de mantener la oclusión (Enlow, 1982) con los que se ve afectada la eficiencia masticatoria.

Otros tejidos blandos pierden volumen con el aumento de la edad porque disminuyen la elasticidad e hidratación (Farkas et al., 2004). Es desconocido sin embargo qué tipo de cambios existe en la morfología de estructuras craneanas, no relacionadas directamente al soporte dentario. Mientras que algunos estudios indican que no hay cambio significativo (Moore, 1955; Tallgren, 1974), otros sugieren que durante la adultez hay variaciones de tamaño por remodelación (Israel, 1971, 1973; Macho, 1986; Albert et al., 2007). Dicha remodelación produce, según algunos autores (Todd, 1924; Israel, 1973) expansión de varias dimensiones

y aumento del espesor óseo hasta al menos la séptima década de vida, aunque Macho (1986) observó más bien una reducción de tamaño a partir de la cuarta década.

El objetivo de este trabajo es analizar los cambios craneofaciales ocurridos durante el envejecimiento en distintos componentes craneofaciales. Se pondrá a prueba la siguiente hipótesis: luego de alcanzada la adultez, se producen cambios morfológicos localizados como producto de la pérdida dentaria, siendo independientes de otros mecanismos biológicos asociados al envejecimiento. Se espera observar entonces, una reducción de tamaño en estructuras directamente relacionadas al soporte dentario y variación aleatoria en otras estructuras.

MATERIAL Y METODOS

La muestra analizada se compone de 70 cráneos de origen francés. Para cada individuo se conoce el sexo y la edad de muerte, cuyo rango es de 22 a 102 años. En la Tabla 1, se presenta su distribución etárea. Una parte (n=53) se compone de individuos que habitaron regiones del centro de Francia, durante los siglos XVIII y XIX. Comprende la colección Portal, depositada en el Museo del Hombre (París). Otra parte (n=17), que fuera donada por el Museo de Lyon (Francia) está depositada en el Museo de La Plata (Argentina). Si bien no hay documentación sobre su antigüedad, se indica que los individuos de este último grupo proceden de al menos nueve regiones de Francia, principalmente de la región central (Lehmann-Nitsche, 1910). Las colecciones formadas durante el siglo XIX en Francia procedían frecuentemente de cementerios, de cuerpos no reclamados en hospitales, así como de donaciones a la Escuela de Medicina (Dias, 1989).

Siendo que la pérdida dentaria es un factor que contribuye a la variación, se registró el estado de la dentición asignándolos a las categorías: ATD, cuando hay ausencia total de dientes; APD, ausencia parcial de dientes, se considera cuando faltan grandes grupos den-

CAMBIOS CRANEOFACIALES CON EL ENVEJECIMIENTO

tarios; DC, dentición completa, se considera cuando se encuentran presentes todos los grupos dentarios, aunque puedan faltar algunas piezas (Tabla 1). En los individuos APD, los grupos dentarios que frecuentemente faltan son molares y premolares.

Tabla 1. Distribución de la muestra según el grupo etáreo y el estado de la dentición

		Grupos etáreos (años)				
		20-39	40-59	60-79	≥80	Total
Estado de la Dentición	ATD	0	1	16	10	27
	APD	1	5	4	3	13
	DC	7	11	7	1	26
	Desconocido	2	1	0	1	4
	Total	10	18	27	15	70

El análisis morfológico se basó en el método craneofuncional desarrollado en estudios previos (Pucciarelli et al., 1999; Sardi et al., 2004, 2006) y basado en la Hipótesis de la Matriz Funcional propuesta por Moss y Young (1960). Consistió en el registro de la longitud, el ancho y la altura del neurocráneo y la cara, así como de los componentes faciales menores: óptico, masticatorio, respiratorio y al-

veolar (Fig. 1). Las mediciones se obtuvieron luego de realizar la digitalización de puntos craneométricos con Microscribe.

Primeramente, se realizó un análisis de Kolmogorov Smirnov para comparar las distribuciones etáreas en ambos sexos, a fin de determinar si están igualmente representados por edades. Dicho análisis indicó que no hubo diferencias significativas en ambos sexos (femenino: $n=42$; $\bar{x}=62,6 \pm DE19,0$; masculino: $n=28$; $\bar{x}=61,3 \pm DE18,0$; máxima diferencia=0,26, $p=0,18$). Por ello, las ulteriores comparaciones estadísticas se realizaron con ambos sexos conjuntamente, eliminando el eventual dimorfismo mediante una estandarización z por sexo. Con el fin de extraer ejes de variación morfológica asociada a la edad, se realizó análisis de Componentes Principales (CPs). La igualdad de promedios de los grupos ATD, APD y DC se probó mediante un Análisis de la Covarianza (ANCOVA), que permite eliminar aquella variación de la variable dependiente causada por una covariable, en este caso la edad cronológica. En el análisis fueron excluidos aquellos individuos cuyo estado dentario es desconocido.

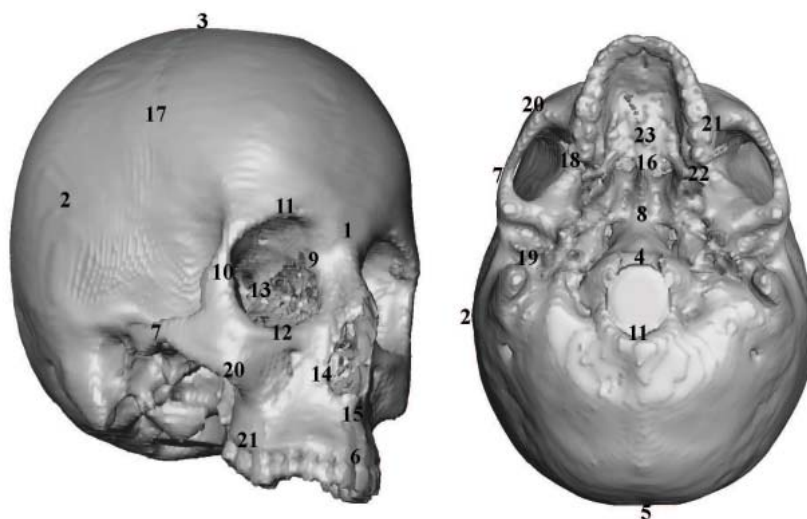


Fig. 1. Puntos craneométricos a partir de los que se calcularon la longitud, ancho y altura de cada componente: neural (Nasion¹, Eurion², Vértex³, Basion⁴, Opistocráneo⁵), facial (Nasion¹, Prostion⁶, Cigion⁷, Hormion⁸), óptico (Dacrión⁹, Ectoconquío¹⁰, Supraorbitario¹¹, Infraorbitario¹², Ala menor del Esfenoides¹³), respiratorio (Alar¹⁴, Nasion¹, Subnasal¹⁵, Espina nasal posterior¹⁶), masticatorio (Estefanion¹⁷, Cigion⁷, Cresta esfenotemporal¹⁸, Glenoideo¹⁹, Cigomaxilar²⁰) y alveolar (Ectomolar²¹, Prostion⁶, Maxilar posterior²², Profundidad del paladar²³).

RESULTADOS

En la Tabla 2 se presentan los valores medios y las desviaciones estándar de todas las variables craneométricas. De la totalidad de CPs extraídos, el primero es el único que se asocia significativamente con la edad ($r=-0,36$ g.l.= 68; $p<0,002$), explicando un 31% de la variación total según el valor propio correspondiente, en tanto que el 69% restante incluye otras fuentes de variación no especificadas. De acuerdo a la contribución de todas las mediciones, dicho componente representa variación de tamaño, además de forma, porque todos los eigenectores tienen signo positivo (Tabla 3) e indica que a medida que la edad aumenta hay una disminución de todas las medidas (Tabla 3, Fig. 2). Se destaca que la contribución de las variables al primer componente (Tabla 3) es altamente significativa para la mayoría de las dimensiones y es más importante en estructuras faciales.

La prueba de ANCOVA resultó en una diferenciación altamente significativa entre los

grupos ATD, APD y DC cuando se consideran todas las variables simultáneamente. Si bien el grupo ATD presenta menor tamaño en la casi totalidad de las variables comparadas (Tabla 2), solo la altura facial ($p<0,05$), el ancho masticatorio ($p<0,05$), la longitud alveolar ($p<0,01$), así como su altura ($p<0,05$) intervinieron en dicha variación (Tabla 4). El grupo ATD (con ausencia total de dientes) es el que más se distingue de APD y DC. Este último se diferencia de APD por la altura facial y el ancho masticatorio (Fig. 3). Las otras variables craneanas mostraron variación no significativa (Tabla 4).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados de este estudio, los individuos de mayor edad presentan menor tamaño craneofacial. La reducción de tamaño es mayor en estructuras faciales y es más evidente luego de los 60 años de edad (Fig. 2). Los individuos de mayor edad son también aquellos que han perdido parcial o

Tabla 2. Estadística descriptiva (tamaño, media y desviación estándar) de las variables craneométricas por grupo dentario

	ATD			APD			DC		
	n	x	DE	n	x	DE	n	x	DE
Longitud neural	27	-0,123	1,016	13	-0,068	1,048	26	0,074	0,982
Ancho neural	27	-0,075	0,845	13	0,162	0,770	26	-0,021	1,254
Altura neural	27	-0,154	1,054	13	-0,042	0,887	26	0,082	0,997
Longitud facial	27	-0,548	1,041	13	0,188	0,989	26	0,415	0,687
Ancho facial	27	-0,101	1,163	13	-0,057	0,902	26	0,097	0,914
Altura facial	27	-0,490	1,107	13	0,001	0,801	26	0,455	0,715
Longitud óptica	27	-0,106	1,030	13	-0,230	0,867	26	0,255	0,990
Ancho óptico	27	-0,218	1,072	13	-0,113	0,819	26	0,328	0,978
Altura óptica	27	0,062	1,103	13	0,008	1,037	26	-0,111	0,930
Longitud respiratoria	27	-0,170	0,867	13	-0,028	1,249	26	0,122	1,049
Ancho respiratorio	27	-0,147	1,002	13	-0,101	1,131	26	0,164	0,962
Altura respiratoria	27	-0,088	1,085	13	-0,418	0,757	26	0,247	0,949
Longitud masticatoria	27	-0,243	1,216	13	-0,393	0,997	26	0,415	0,600
Ancho masticatorio	27	-0,430	1,088	13	-0,091	0,863	26	0,499	0,740
Altura masticatoria	27	-0,253	1,119	13	0,067	0,943	26	0,210	0,787
Longitud alveolar	27	-0,734	0,870	13	0,350	0,921	26	0,548	0,739
Ancho alveolar	27	-0,202	0,467	13	0,458	0,558	26	-0,099	1,445
Altura alveolar	27	-0,545	1,016	13	0,366	0,863	26	0,366	0,766

CAMBIOS CRANEOFACIALES CON EL ENVEJECIMIENTO

Tabla 3. Valores propios / coeficientes de correlación r de cada variable al CP 1

Variable	CP 1
Longitud neural	0,538**
Ancho neural	0,431**
Altura neural	0,480**
Longitud facial	0,693**
Ancho facial	0,710**
Altura facial	0,688**
Longitud óptica	0,391**
Ancho óptico	0,690**
Altura óptica	0,187
Longitud respiratoria	0,561**
Ancho respiratorio	0,456**
Altura respiratoria	0,571**
Longitud masticatoria	0,656**
Ancho masticatorio	0,584**
Altura masticatoria	0,625**
Longitud alveolar	0,652**
Ancho alveolar	0,383**
Altura alveolar	0,401**

** p<0,01

completamente los dientes (Fig. 2). Al ajustarse la edad, los grupos con distinto estado dentario, presentaron diferencias principalmente en la cara media -el arco alveolar y el ancho masticatorio-, así como en la altura facial (Tabla 4).

Además de cambios estructurales locales relacionados a la ausencia de dientes, los cambios craneofaciales globales con el envejecimiento pueden atribuirse a la remodelación (Enlow, 1982). Aunque no hay patrones predecibles, los cambios son más evidentes luego de los 50 años en ambos sexos (Albert et al., 2007). La reducción de tamaño craneofacial sería producto de la remoción de hueso (Macho, 1986) y afectaría a aquellas mediciones que, en su magnitud, involucran estructuras óseas. La obliteración de las suturas y los cambios estructurales de huesos compactos también contribuirían a la conformación global del cráneo en individuos de mayor edad (Skrzat et al., 2004).

Los cambios por remodelación podrían también, aunque indirectamente, estar afectados por la pérdida dentaria. Esta conlleva alteraciones en la consistencia de la dieta y en su composición nutricional. El estudio de Ikebe et al. (2011) sugiere que la reducción en el número de dientes se asocia a una disminución en las fuerzas masticatorias. Según August y

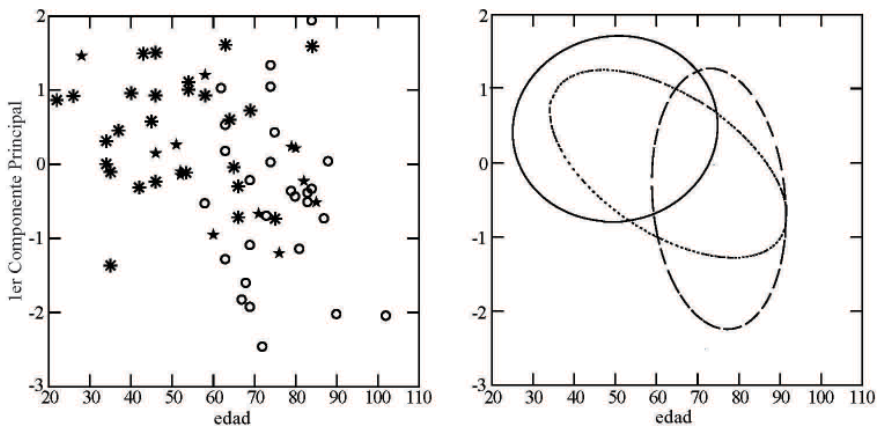


Fig. 2. CP 1 vs. Edad: a) distribución de los individuos; b) elipses de confianza que representan 68,3% (1 desvío estándar) en torno de la media de las muestras. Asteriscos (a) y elipse continua (b) = DC; estrellas (a) elipse de guiones cortos (b) = APD; círculos (a) y elipse de guiones largos (b) = ATD.

Tabla 4. ANCOVA: valores F ($*p < 0.05$, $**p < 0.01$) para la constante, el ajuste lineal respecto de la edad y la diferenciación de los grupos dentarios. Cuando se comparan todas las variables el valor de F representa una aproximación del valor Lambda de Wilks

Variable	F		
	Constante	Edad	Dentición
Longitud neural	0,281	0,375	0,020
Ancho neural	1,609	1,596	0,442
Altura neural	0,112	0,169	0,079
Longitud facial	1,202	1,187	3,091
Ancho facial	0,019	0,170	0,336
Altura facial	0,255	0,292	3,258*
Longitud óptica	1,499	1,459	2,112
Ancho óptico	3,561	3,757	0,202
Altura óptica	1,094	1,205	0,693
Longitud respiratoria	2,467	2,745	0,029
Ancho respiratorio	2,436	2,730	0,073
Altura respiratoria	0,026	0,103	1,595
Longitud masticatoria	0,001	0,028	2,798
Ancho masticatorio	0,059	0,069	3,576*
Altura masticatoria	0,356	0,357	0,509
Longitud alveolar	0,193	0,128	9,915**
Ancho alveolar	0,925	1,169	2,469
Altura alveolar	2,073	1,831	3,48*
Todas las variables	1,970*	2,017*	2,499**

Kaban (1999), cuando comienzan a perderse piezas dentarias, las fuerzas masticatorias aumentan en los dientes restantes para procesar el alimento, pero en individuos edentados se reducen, con la consecuente reducción de la masa muscular. Otro estudio reciente (Dechow et al., 2010) compara el espesor y la densidad

del hueso cortical en individuos mayores de 50 años con dentición y edentados, encontrando que estos últimos presentaron menor espesor óseo en la maxila, así como en el cigoma y el arco supraorbitario. El estudio experimental de Bresin et al. (1999) también relaciona la masticación de dietas blandas con la disminu-

CAMBIOS CRANEOFACIALES CON EL ENVEJECIMIENTO

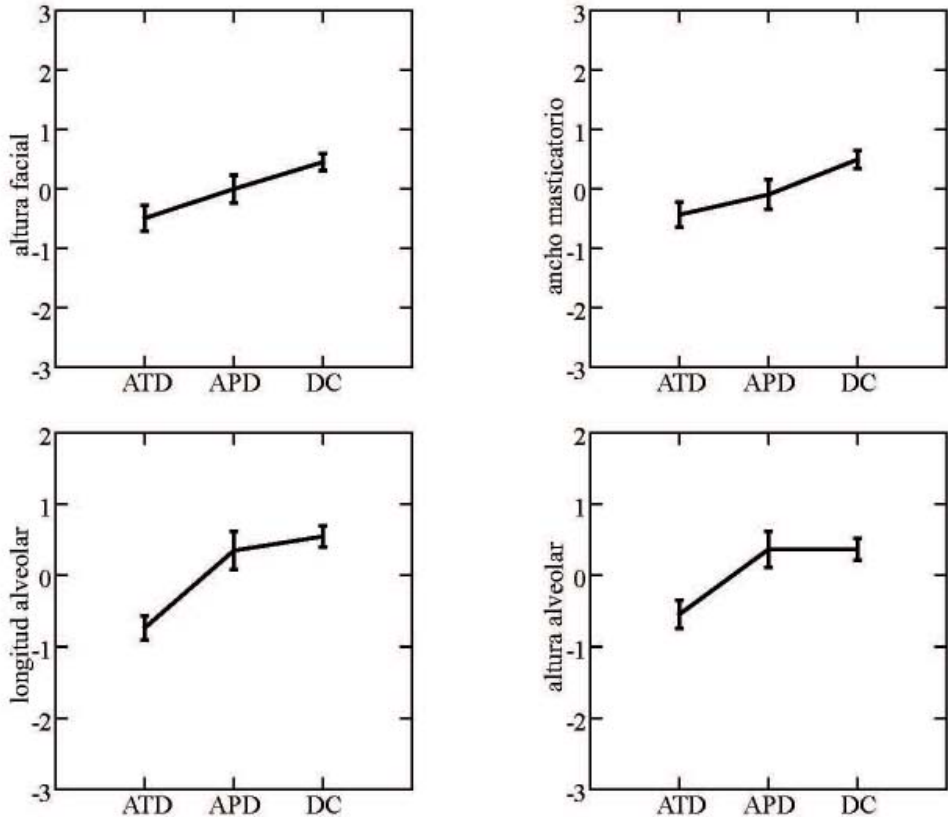


Fig. 3. Media y error estándar de las medidas que mostraron diferencias con $p < 0,05$ mediante ANCOVA.

ción del espesor en el hueso compacto.

Como consecuencia del consumo de dietas más blandas, la morfología ósea se ve afectada por la reducción de las fuerzas masticatorias y con ello, de las cargas mecánicas promotoras de la osteogénesis (Tallgren et al., 1983; Dechow et al., 2010). Dado que las cargas mecánicas contribuyen a preservar las dimensiones óseas (Giesen et al., 2003), las consecuencias morfológicas en individuos con pérdida parcial de la dentición no es tan importante como en individuos edentados, quienes evidenciarían además el efecto acumulativo a lo largo de los años (Figs. 2 y 3).

Es aceptado también que con la pérdida de piezas dentarias disminuye la calidad de la nutrición por el menor consumo de frutas y vegetales y mayor consumo de grasas y proteínas animales (Sheiham et al., 2001; Hung et al., 2003). Se seleccionan comidas más blandas

que son a su vez, las más pobres desde el punto de vista nutricional (Suzuki et al., 2005). Su mayor grado de cocción contribuye, por otro lado, a la pérdida de numerosos nutrientes (Sheiham et al., 2001). Suzuki et al. (2005) estudiaron individuos japoneses mayores de 80 años y encontraron que aquellos que tienen menos de cinco piezas dentarias consumían menores niveles de carbohidratos, vitaminas y ciertos minerales que aquellos que presentaron al menos cinco dientes, no encontrando variación respecto del género y la edad, lo que confirma la relevancia de la dentición en el estado general del esqueleto craneofacial. Los factores nutricionales, por su parte, alteran el metabolismo del calcio, contribuyendo a la pérdida de hueso (Agarwal, 2008).

En síntesis, los individuos mayores de 60 años presentan cambios locales dados por una reducción de tamaño en el arco alveolar

respecto de otros más jóvenes. Sin embargo, también hay reducción en muchas otras estructuras que no intervienen directamente en el soporte de los dientes. Por ello, la hipótesis propuesta se rechaza. Los resultados sugieren que otros mecanismos biológicos afectan la conformación del cráneo en individuos de mayor edad.

La variación estructural global podría relacionarse indirectamente con la pérdida dentaria a través de cambios biológicos sistémicos. Los individuos que carecen de dientes presentarían cambios acumulativos con la edad, debido a que consumen alimentos más blandos y con menor calidad nutricional, todo lo cual afecta los patrones de remodelación craneofacial.

AGRADECIMIENTOS

A Philippe Mennecier, del Musée de L'Homme (Paris) por permitir el acceso a las colecciones bajo su resguardo y por la información brindada acerca de las mismas. Al personal del Museo de La Plata, por permitir el acceso a las colecciones allí depositadas. A Andrés Di Bastiano y Valeria Bernal, por colaborar en distintos aspectos. A los revisores anónimos porque sus comentarios ayudaron a mejorar este trabajo.

LITERATURA CITADA

- Agarwal SC. 2008. Light and broken bones: examining and interpreting bone loss and osteoporosis in past populations. En: Katzenberg MA, Saunders SR, editores. *Biological Anthropology of the human skeleton*. New York: John Wiley & Sons, Inc. p 387-410.
- Albert A, Ricanek K, Patterson E. 2007. A review of the literature on the aging adult skull and face: Implications for forensic science research and applications. *Forens Sc Int* 172:1-9.
- August M, Kaban LB. 1999. The aging maxillofacial skeleton. En: Rosen CJ, Glowacki J, Bilezikian JP, editores. *The aging skeleton*. San Diego: Academic Press. p 359-371.
- Bresin A, Kiliaridis S, Strid KG. 1999. Effect of masticatory function on the internal bone structure in the mandible of the growing rat. *Eur J Oral Sci* 107:35-44.
- Dechow PC, Wang Q, Peterson J. 2010. Edentulation alters material properties of cortical bone in the human craniofacial skeleton: Functional implications for craniofacial structure in primate evolution. *Anat Rec* 293:618-629.
- Dias N. 1989. Séries de crânes et armée de squelettes: les collections anthropologiques en France dans la seconde moitié du XIXe siècle. *Bull et Mém de la Soc d'Anthrop de Paris* 1:203-230.
- Enlow DH. 1982. *Manual sobre crecimiento facial*. Buenos Aires: Intermédica.
- Farkas LG, Eiben OG, Sivkov S, Tompson B, Katic MJ, Forrest CR. 2004. Anthropometric measurements of the facial framework in adulthood: age-related changes in eight age categories in 600 healthy white North Americans of European ancestry from 16 to 90 years of age. *J Craniofac Surg* 15:288-298.
- Giesen EB, Ding M, Dalstra M, van Eijden TM. 2003. Reduced mechanical load decreases the density, stiffness, and strength of cancellous bone of the mandibular condyle. *Clin Biomech* 18:358-363.
- Hawkes K, O'Connell JF, Blurton-Jones NG. 1997. Hadza women's time allocation, offspring provisioning, and the evolution of long postmenopausal life spans. *Curr Anthropol* 38:551-577.
- Hung HC, Willett W, Ascherio A, Rosner BA, Rimm E, Joshipura KJ. 2003. Tooth loss and dietary intake. *J Am Dent Assoc* 134:1185-1192.
- Ikebe K, Matsuda K, Kagawa R, Enoki K, Yoshida M, Maeda Y, Nokubi T. 2011. Association of masticatory performance with age, gender, number of teeth, occlusal force and salivary flow in Japanese older adults: Is ageing a risk factor for masticatory dysfunction? *Arch Oral Biol*. doi:10.1016/j.archoralbio.2011.03.019
- Israel H. 1971. Continuing growth in sella turcica with age. *Amer J Roentgen* 108:516-527.
- Israel H. 1973. Age factor and the pattern of change in craniofacial structures. *Am J Phys Anthropol* 39:111-128.
- Kingsmill VJ, Boyde A. 1999. Mineralization density and apparent density of bone in cranial and postcranial sites in the aging human Osteoporosis *Int* 9:260-268.
- Kloss FR, Gassner R. 2006. Bone and aging: Effects on the maxillofacial skeleton. *Exper Geront* 41:123-129.
- Lehmann-Nitsche R. 1910. *Catálogo de la Sección Antropológica del Museo de La Plata*. Buenos Aires: Coni Hermanos.
- Macho GA. 1986. Cephalometric and craniometric age changes in adult humans. *Ann Hum Biol* 13:49-61.
- Moore S. 1955. *Hyperostosis cranii*. Springfield: Charles C. Thomas, Publisher.
- Moss ML, Young RW. 1960. A functional approach to craniology. *Am J Phys Anthropol* 18:281-291.
- Rawlinson SCF, McKay IJ, Ghuman M, Wellmann C, Ryan P. 2009. Adult rat bones maintain distinct regionalized expression of markers associated with their development. *PLoS ONE* 4: e8358. doi:10.1371/journal.pone.0008358
- Rosen CJ, Glowacki J, Bilezikian JP. 1999. *The aging skeleton*. San Diego: Academic Press.
- Pucciarelli HM, Sardi ML, Luis MA, Lustig AL, Ponce PV, Zanini MC, Neves WA. 1999. Posición de los araucanos en un contexto asiático-europeo. I: Metodología Craneofuncional. *Rev Arg Antrop Biol*

CAMBIOS CRANEOFACIALES CON EL ENVEJECIMIENTO

- 2:163-185.
- Sardi ML, Novellino PS, Pucciarelli HM. 2006. Craniofacial morphology in the Central-West of Argentina (Cuyo). Consequences of the transition to food production. *Am J Phys Anthropol* 130:333-340.
- Sardi ML, Ramírez Rozzi F, Pucciarelli HM. 2004. The Neolithic transition in Europe and north Africa. The functional craniology contribution. *Anthropologischer Anzeiger* 62:129-145.
- Sheiham A, Steele JG, Marcenes W, Lowe C, Finch S, Bates CJ, Prentice A, Walls AWG. 2001. The relationship among dental status, nutrient intake, and nutritional status in older people. *J Dent Res* 80:408-413.
- Skrzat J, Brzegowy P, Walocha J, Wojciechowski W. 2004. Age dependent changes of the diploe in the human skull. *Folia Morphol* 63:67-70.
- Suzuki K, Nomura T, Sakurai M, Sugihara N, Yamanaka S, Matsukubo T. 2005. Relationship between number of present teeth and nutritional intake in institutionalized elderly. *Bull Tokyo Dent Coll* 46:135-143.
- Tallgren A. 1974. Neurocranial morphology and ageing- A longitudinal roentgen cephalometric study of adult Finnish women. *Am J Phys Anthropol* 41:285-294.
- Tallgren A, Holden S, Lang B, Ash M. 1983. Correlations between emg jaw muscle activity and facial morphology in complete denture. *J Oral Rehabil* 10:105-120.
- Todd TW. 1924. Thickness of the male white cranium. *Anat Rec* 27:245-256.