



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

HENRIQUE TONELLI

**ANÁLISE DO CONTORNO TRIDIMENSIONAL DA FACE E SUA
RELAÇÃO COM A IDADE: ESTUDO EM TOMOGRAFIAS
COMPUTADORIZADAS DE CRÂNIOS HUMANOS**

**ANALYSIS OF THE THREE-DIMENSIONAL CONTOUR OF THE
FACE AND ITS RELATIONSHIP WITH AGE: A STUDY IN
COMPUTED TOMOGRAPHY OF HUMAN SKULLS**

HENRIQUE TONELLI

ANÁLISE DO CONTORNO TRIDIMENSIONAL DA FACE E SUA
RELAÇÃO COM A IDADE: ESTUDO EM TOMOGRAFIAS
COMPUTADORIZADAS DE CRÂNIOS HUMANOS

ANALYSIS OF THE THREE-DIMENSIONAL CONTOUR OF THE
FACE AND ITS RELATIONSHIP WITH AGE: A STUDY IN
COMPUTED TOMOGRAPHY OF HUMAN SKULLS

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Biologia Buco Dental, na Área de Anatomia.

Dissertation presented to the Piracicaba Dental School of the University of Campinas in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Oral Biology, in Anatomy area.

Orientadora: Prof. Dra. Ana Cláudia Rossi

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A VERSÃO
FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO
HENRIQUE TONELLI ORIENTADO
PELA PROF^A. DR^A. ANA CLÁUDIA ROSSI.

Piracicaba
2023

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Marilene Girello - CRB 8/6159

T612a Tonelli, Henrique, 1994-
Análise do contorno tridimensional da face e sua relação com a idade : estudo em tomografias computadorizadas de crânios humanos / Henrique Tonelli. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2023.

Orientador: Ana Cláudia Rossi.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Face. 2. Envelhecimento. 3. Ossos. 4. Anatomia. 5. Idade. I. Rossi, Ana Cláudia, 1988-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações Complementares

Título em outro idioma: Analysis of the three-dimensional contour of the face and its relationship with age : a study in computed tomography of human skulls

Palavras-chave em inglês:

Face

Aging

Bones

Anatomy

Age

Área de concentração: Anatomia

Titulação: Mestre em Biologia Buco-Dental

Banca examinadora:

Ana Cláudia Rossi [Orientador]

Eduardo Daruge Junior

Roberta Okamoto

Data de defesa: 04-04-2023

Programa de Pós-Graduação: Biologia Buco-Dental

Identificação e informações acadêmicas do(a) aluno(a)

- ORCID do autor: <https://orcid.org/0000-0002-0303-2337>

- Currículo Lattes do autor: <https://lattes.cnpq.br/71653940306848171>

FOLHA DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Odontologia de Piracicaba

A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de Mestrado, em sessão pública realizada em 04 de abril de 2023, considerou o candidato HENRIQUE TONELLI aprovado.

PROF^ª. DR^ª. ANA CLÁUDIA ROSSI

PROF^ª. DR^ª. ROBERTA OKAMOTO

PROF. DR. EDUARDO DARUGE JUNIOR

A Ata da defesa, assinada pelos membros da Comissão Examinadora, consta no SIGA/Sistema de Fluxo de Dissertação/Tese e na Secretaria do Programa da Unidade.

DEDICATORIA

Aos meus pais, Marco e Rosi, por sempre me apoiarem nas minhas decisões e dedicarem anos de suas vidas para que tudo fosse possível.

Ao meu irmão, Gustavo, por sempre estar me apoiando e me ajudando em inúmeras etapas de minha vida.

À todos meus amigos e amigas que sempre me apoiaram e torcem por mim diariamente.

À minha namorada e sua família, por sempre estarem torcendo por mim.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Campinas, na pessoa do Magnífico Reitor Prof. Dr. Antônio José de Almeida Meirelles.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba, na pessoa do Senhor Diretor, Prof. Dr. Flávio Henrique Baggio Aguiar.

A Coordenadoria de Pós Graduação, na figura do Senhor Coordenador Prof. Dr. Valentim Adelino Ricardo Barão.

Ao programa de pós-graduação em Biologia Buco-Dental, sob coordenação do Prof. Dr. Marcelo Rocha Marques.

À minha orientadora, Professora Dra. Ana Cláudia Rossi, grande anatomista e amiga, pelos ensinamentos a mim transmitidos. Por desde 2014 abrir as portas da área, mostrar ser um exemplo de profissional a ser seguida e por todas as oportunidades a mim oferecidas. Pelo seu exemplo de ética, educação e dedicação profissional. Por acreditar e valorizar a profissão acadêmica e confiar na minha capacidade, além de toda a paciência. Agradeço sua confiança, incentivo e oportunidades. Meu muito obrigado.

Ao meu coorientador professor Prof. Dr. Alexandre Rodrigues Freire, grande anatomista e amigo, pelos ensinamentos a mim transmitidos. Obrigado por ter aberto as portas para a área, por ter me auxiliado em todas as etapas da pesquisa de forma tão completa. Agradeço pela sua educação, companheirismo e ter me mostrado um exemplo de profissional a ser seguido, sempre com muita ética e profissionalismo. Meu muito obrigado.

Aos meus pais e irmão, que sempre demonstraram apoio incondicional aos meus projetos de vida, com muito apoio e sempre com orientações. Obrigado por nunca terem me feito desistir de algo na vida e por sempre conversarem comigo sobre oportunidades. Agradeço por todas as palavras que foram ditas para minha construção pessoal e profissional. Por todo apoio que mesmo quando eu via uma barreira, vocês vinham com uma mão em meu ombro e com uma solução. Obrigado.

À minha namorada Daniela, que esteve comigo desde o começo da construção deste sonho. Obrigado por ter sempre me apoiado em tudo. Agradeço pela ajuda incondicional em ter superado cada obstáculo que a vida colocava em minha frente. Por ter sempre me dado a mão e seguido comigo em cada passo. Obrigado por me amar em todas as etapas e me impulsionar para ser meu melhor. Te amo.

A todos meus amigos e amigas, que tiveram influência de perto ou de longe, estão sempre torcendo por mim e comemorando minhas vitórias.

A aqueles que mesmo de forma direta e indireta colaboraram com este estudo.

RESUMO

Existe a necessidade de se conhecer como a face se remodela frente ao envelhecimento e entender morfológica e morfometricamente essa remodelação para aplicação na análise facial que antecede a execução de procedimentos cirúrgicos e estéticos na face. O objetivo da pesquisa foi avaliar o contorno tridimensional da face por meio da análise morfométrica de três ângulos faciais em tomografias computadorizadas de crânios humanos em diferentes categorias de idade. A amostra foi composta por 123 tomografias computadorizadas que possuem a identificação da idade e dividida em três grupos de acordo com as categorias de idade definidas por Shaw e Kahn (2007). Foi utilizado o software Mimics 18.0 (Materialise, NV, Bélgica) para a realização da segmentação das imagens de cada tomografia computadorizada. As reconstruções 3D das tomografias foram importadas no software Mimics 18.0 (Materialise, NV, Bélgica), no qual medidas angulares (em graus) foram obtidas para avaliação e caracterização dos ângulos orbital, piriforme e maxilar. Foi considerado nível de significância de 5%. Estatísticas descritivas foram realizadas para cada medida em cada categoria de idade e sexo. Foi realizada ANOVA two-way, com comparações múltiplas pelo teste de Tukey. No sexo feminino, houve uma tendência de o ângulo piriforme aumentar do grupo jovem para o grupo de meia-idade e diminuir do grupo de meia-idade para o grupo de idosos. Conclui-se que os indivíduos do sexo feminino são mais propensos a reabsorções seletivas do que os do masculino, principalmente no terço médio da face.

Palavras-chave: face; envelhecimento; osso; anatomia; idade.

ABSTRACT

There is a necessity to know how the face is remodeled in the aging process and to understand this remodeling morphologically and morphometrically for application in facial analysis that precedes the execution of surgical and aesthetic procedures on the face. The objective of the research was to evaluate the three-dimensional contour of the face through the morphometric analysis of three angles in computed tomography of human skulls in different age categories. The sample consisted of 123 computed tomography scans that have age identification and divided into three groups according to the age categories defined by Shaw and Kahn (2007). The Mimics 18.0 software (Materialise, NV, Belgium) was used to perform the segmentation of the images of each computed tomography scan. The 3D reconstructions of the CT scans were imported into the Mimics 18.0 software (Materialise, NV, Belgium), in which angular measurements (in degrees) were approved for the evaluation and characterization of the orbital, piriform and maxillary angles. A significance level of 5% was considered. Descriptive statistics were performed for each measurement in each age category and sex. Two-way ANOVA was

performed, with multiple comparisons by Tukey's test. In females, there was a tendency for the piriform angle to increase from the young to the middle-aged group and decrease from the middle-aged to the elderly group. In conclusion, females are more prone to selective resorptions than males mainly in the middle third of the face.

Keywords: face; aging; bone; anatomy; age.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	ARTIGO: Analysis of the three-dimensional contour of the face and its relationship with age: a study in computed tomography of human skulls	17
3	CONCLUSÃO.....	30
	REFERÊNCIAS	31
	ANEXO 1:Comprovante de submissão na revista.....	34
	ANEXO 2: Comprovante do Comitê de Ética em Pesquisa.....	35
	ANEXO 3: Comprovante do software anti-plágio.....	37

1 INTRODUÇÃO

O conceito tradicional de envelhecimento facial envolve-se ao redor das mudanças ocorridas no tecido mole, com atrofia da elasticidade, a qual leva a queda tecidual. Técnicas de rejuvenescimento facial têm focado na reversão destas mudanças em reposicionar e redecorar os tecidos, com ênfase em vetores de levantamento. Apesar destas técnicas serem efetivas em maior grau, elas não necessariamente produzem uma aparência completamente harmônica e naturalmente rejuvenescida, uma vez que o processo de envelhecimento ósseo está associado (Terino e Edward, 2010).

Apenas durante esta década, com a aplicação de análises tridimensionais de tomografias computadorizadas (TC), foi permitido estudos mais apurados sobre o entendimento do envelhecimento esquelético. Khan e Shaw (2008), através de cortes tomográficos de 60 pacientes, exploraram as áreas mais afetadas do crânio neste processo. Este estudo permitiu concluir que o envelhecimento ósseo inclui reabsorções seletivas em sítios específicos do arcabouço esquelético, como na região periorbital, abertura piriforme e no maxilar (Levine et al 2003). Estes locais presumivelmente alcançam seu pico de projeção no início da fase adulta e, gradualmente, começam a perder volume com a idade. Reconstruir estas áreas de perda da projeção esquelética é um outro método de restaurar o contorno facial e facilitar o reposicionamento de tecido mole (Matros et al., 2009).

As áreas mais afetadas pela redução da projeção esquelética correspondem às áreas da face que mais são afetadas pelos estigmas do envelhecimento e suas consequências gerais, como a abertura piriforme, com a retrusão do seu periósteo (Kahn e Shaw, 2008). Por conseguinte, a localização das inserções ligamentares e musculares através do periósteo também acaba por se movimentar (Shaw e Kahn, 2007). Como resultado, estas estruturas acabam por perder vantagens mecânicas de sua efetividade no tecido qual atuam (Pessa et al., 1999).

Shaw e Khan (2007) descobriram que a abertura piriforme possui uma maior perda da margem óssea quando comparada com demais áreas da face, ocorrendo majoritariamente no assoalho nasal e, por conseguinte, havendo um aumento de sua largura, a qual é a área crítica para o suporte para as cartilagens alares maiores e valvas nasais externas. Mudanças na formação óssea que suportam a área nasal na juventude são responsáveis por muitas das mudanças em tecidos moles vistos nestas regiões (Pecora et al., 2008). Pessa et al. (1999) mediu o comprimento de uma linha perpendicular do osso nasal até a abertura piriforme em vistas padronizadas de TC 3D e observou que a distância aumenta significativamente com a idade, indicando perda óssea preferencialmente na região inferior da abertura piriforme. Este achado

manifesta-se clinicamente com um deslocamento posterior da base alar (Mendelson e Wong, 2012). Perda óssea nessa região contribui também para um aprofundamento do sulco nasolabial com a idade, o qual antigamente era atribuído unicamente ao relaxamento muscular (Louarn et al., 2007).

No processo normal de envelhecimento, remodelamentos esqueléticos afetam a posição da base alar. Como já dito, mudanças distintas ocorrem enquanto a piriforme remodela. Primeiro, há retrusão relativa da piriforme que causa à base alar a girar posteriormente em relação à crista lacrimal anterior. Isto é notado na avaliação do tecido mole, através da determinação da posição da base alar relativa ao canto medial. Quando a base alar é posicionada posteriormente ao canto medial, o perfil facial aparenta um aspecto mais envelhecido. A segunda mudança ocorre na posição vertical da piriforme. Enquanto esta remodela superiormente, a base alar é tracionada superiormente. Isto é um efeito dramático no complexo nasal inteiro: a base alar rotaciona superiormente e a ponta nasal rotaciona inferiormente. Uma maneira mais precisa de analisar esta ocorrência é olhar especificamente na relação da base alar com a columela, e assim determinar como a abertura piriforme sofre alteração com a idade (Bartlett, 1992).

Se a altura da piriforme até a margem orbital for estudada na juventude até a velhice, uma perda significativa é notada. A hipótese de que o esqueleto facial diminui em qualquer dimensão em indivíduos dentados é oposta à doutrina que o envelhecimento craniofacial é um processo contínuo de crescimento. No geral, o esqueleto facial possui um crescimento por toda a vida, mas mudanças súbitas podem ocorrer em áreas mais específicas. A espinha nasal anterior também retrocede com a idade, apesar de uma taxa mais lenta, e esta redução de suporte ósseo contribui para a retração da columela, com uma rotação inferior da ponta nasal e um aparente engrandecimento do nariz com a idade (Pessa, 1999). Em adição, perda da altura nasal pode distorcer a relação normal entre a base nasal e a columela. Há evidências clínicas que sugerem que o perfil nasal muda secundariamente devido às mudanças subjacentes do remodelamento ósseo nasal e maxilar (Garn, 1967).

A perda de projeção óssea maxilar ocorre a partir da fase adulta em uma taxa mais lenta que a abertura piriforme. Já foi pensado que a retrusão da maxila não ocorre com a idade em pacientes totalmente dentados (Funk et al., 2017). No entanto, evidências mais recentes demonstram que a reabsorção óssea se deve, principalmente, devido ao envelhecimento ósseo maxilar (Pecora et al., 2008). O terço médio da face é formado pela maxila no aspecto medial e pelo corpo e arco zigomático no terço lateral. Autores sugerem que o arco zigomático também sofre remodelação, porém em uma taxa diferente da parede anterior da maxila (Pessa, 2000).

Alterações nesta área contribuem, medialmente, para a queda tecidual em formato conhecido como “deformidade lacrimosa” e, lateralmente, as mudanças manifestam-se como projeções malares. Adicionalmente, a diminuição da projeção e do ângulo maxilar contribuem para a perda de suporte inferior da abertura piriforme, resultando em um menor apoio para a base alar e lábio superior, assim como uma maior profundidade do sulco nasolabial (Pessa, 1999). Pessa mediu o ângulo maxilar de pacientes jovens e idosos, e demonstraram significativa reabsorção óssea com perda da projeção maxilar. Shaw e Kahn (2008) similarmente notaram tal redução de projeção com a idade. Mendelson et al. (2012) usaram cortes de tomografia computadorizada de ambos os sexos para medir o ângulo entre o assoalho da órbita e a região anterior da maxila, e confirmaram que há retrusão maxilar com a idade e quantificaram estas mudanças, pouco divergentes entre os sexos. O ângulo maxilar diminuiu cerca de 9 graus do sexo masculino entre os grupos jovens e idosos e cerca de 12 graus do sexo feminino, comparando-os com o mesmo grupo do primeiro.

Este processo difere à cavidade orbital, a qual apresenta um aumento tanto na altura quanto na largura com a idade. No entanto, a reabsorção ocorre de maneira desigual e em sítios específicos. Os aspectos supramedial e inferolateral da margem orbital, em particulares, cedem mais à reabsorção, apesar destas mudanças ocorrerem em estágios diferentes. Enquanto mudanças da margem inferolateral da órbita ocorrem mais cedo, próximo da meia idade e especialmente no sexo masculino, as alterações no quadrante supramedial apenas podem ser vistas em idades mais avançadas (Levine et al., 2013). Em contraste, a parte central das margens inferior e superior são mais estáveis, com pouca ou nenhuma reabsorção ocorrendo com a idade (Matros et al., 2009).

Um dos primeiros estudos compreendendo o processo de envelhecimento ósseo foi feito por Enlow em 1966, o qual acompanhou o crescimento do esqueleto facial longitudinalmente desde a infância até a idade adulta através de uma série de cefalometrias, e notou que a face inteira se torna maior verticalmente, mais profunda no plano anteroposterior e mais larga no plano transversal. Ele relatou que as seguintes mudanças ocorrem com o crescimento: aumento da protrusão da glabella, expansão dos arcos superciliares, translação lateral das órbitas, aumento na profundidade das bochechas, aumento no comprimento, largura e dimensão vertical do nariz e aumento na altura vertical da região oclusal associado com o aumento da proeminência do mento. Acompanhando este estudo, Behrent em 1985 obteve acompanhamentos de cefalometrias em pacientes durante todo seu desenvolvimento. Ele descobriu que há um aumento significativo na dimensão da maioria das medidas na população mais velha, levando-o a acreditar que há um importante crescimento ósseo e expansão durante a fase adulta. Em

concordância, Barlett et al (1992) estudaram 80 crânios do sexo masculino e 80 crânios do sexo feminino, os submetem a análises craniocéfalométricas. Estes autores, por sua vez, acharam que os crânios do sexo feminino possuem um maior aumento em todos os comprimentos e profundidade do terço médio com o aumento da idade, comparando com os do sexo masculino. Assim, pessoas do sexo feminino são mais propensas à reabsorções seletivas do que as do sexo masculino.

Pesquisas subsequentes têm focado no envelhecimento de regiões específicas da face. Em relação ao envelhecimento no terço médio, Pessa (1998) estudou tomografias computadorizadas 3D de 14 homens e mulheres e afirmou que a retrusão maxilar ocorre com o aumento da idade em ambos os sexos (Behrents, 1975). Outro estudo de Pessa (2000) no qual medidas angulares foram obtidas de estereografia 3D de 10 homens (5 jovens e 5 idosos) proveram mais informações sobre o envelhecimento. Neste estudo, o autor achou que não há mudanças significativas no ângulo glabellar, porém há uma diminuição nos ângulos piriforme e maxilar. Isto suporta a ideia que a maxila é submetida por uma rotação sentido horário com a idade. Contradizendo este estudo, Levine et al. (2003), através da análise da modificação de Behrents, estudaram cefalometrias em pacientes até 83 anos e concluíram que toda a parede maxilar anterior se move anteriormente, com um aumento do comprimento vertical e do ângulo maxilar com o aumento da idade. Estes resultados os levaram a crer que a aparência envelhecida que foi atribuída à perda de volume de tecido mole e que as deficiências na projeção do osso maxilar observada em alguns pacientes, provavelmente, já existiam antes da fase adulta, e estas são apenas reveladas com a atrofia do tecido mole (Pessa, 1998).

Diversos estudos têm mostrado que o crescimento craniofacial é um processo contínuo, e é aceito o conceito de o esqueleto facial crescer em diferentes taxas durante a infância. Isso explica o porquê a mandíbula infantil se encaixa com a posição maxilar logo no começo. No entanto, crescimentos diferentes na fase adulta são mais propensos a terem efeitos importantes no perfil envelhecido. A mandíbula dentada é assumida como expandir-se continuamente com a idade. Isso foi substanciado por dois estudos longitudinais. Pecora et al. (2008) e Pessa et al. (2009) encontraram que o comprimento, largura e altura mandibular aumentavam com a idade, através de análises de telerradiografias laterais, em ambos os sexos, com pouca reabsorção ocorrendo nestes sítios.

A questão do porquê certos sítios são mais propensos à reabsorção óssea que outras tem sido assunto de discussão. A maxila é o osso que está propenso à uma maior reabsorção dramática com a idade. Este osso difere em origem e função de outros ossos que formam a margem orbital, sendo um osso de suporte dental. Na juventude, a maxila expande-se para

acomodar a dentição secundária em formação, a qual se desenvolve em seu interior, resultando em uma maior reabsorção volumétrica (Pessa et al., 2009).

É interessante notar que áreas identificadas como mais propensas à reabsorção óssea no esqueleto facial correspondem a partes mais móveis da face durante mímica facial, especialmente a maxila e a margem orbital. A mobilidade requerida para a função destas regiões é estruturalmente associada a uma menor fixação de ligamentos em tecidos moles no osso. Por isso, a ligação dos músculos e ligamentos no osso nestas áreas ocorre sob um maior estresse. É sensato especular que o oposto, a falta de estresse, pode ser um fator contribuinte para uma menor perda óssea em demais áreas (Pessa et al., 1998). Apesar da idade, uma vez que estas mudanças em tecidos moles se manifestam, um certo grau de deficiência óssea existe. Correção destes elementos ósseos possui o potencial para entregar um envelhecimento mais harmônico (Valenzano et al., 2006).

Algumas pessoas, inerentemente, envelhecem melhores que outras. Estes indivíduos podem ser reconhecidos na juventude porque eles têm uma face mais atrativa com uma estrutura esquelética mais forte, evidenciadas pela presença de recursos ósseos que provém um bom suporte para os tecidos moles que nele se inserem, como um arco supraorbital e contorno mandibular proeminentes. Por esses indivíduos possuírem, inatamente, um contorno ósseo jovem e demarcado, demora mais para a perda óssea se manifestar clinicamente. Por outro lado, pessoas com um suporte esquelético mais pobre possuem contornos faciais mais facilmente marcados pela idade. Estes, por sua vez, são efetivamente mais predispostos a manifestarem mudanças de envelhecimento prematuramente (Louarn et al., 2007). Indivíduos que possuem esta característica devem ser considerados propícios para um aumento esquelético, não apenas para reverterem as mudanças da idade, mas também trazer seu estado natural à tona, para que seus tecidos moles sejam melhores suportados e assim possuírem uma aparência mais atrativa (Gosain et al., 2005).

O envelhecimento facial resulta de uma combinação da atrofia do tecido mole e da perda óssea ocorrendo em áreas subjacentes específicas, contribuindo assim para as mudanças significativas repercutidas na face (Pessa et al., 1998). É conceitualmente importante apreciar que, na maioria dos indivíduos que apresentam um face pré-envelhecida, o esqueleto facial pode estar inerentemente inadequado. Para efetivamente contornar este problema, rejuvenescer uma face de forma harmônica, é necessário entender a dinâmica do processo do envelhecimento (Matros et al., 2009). Afinamento epidermal e a diminuição de colágeno causa à pele a perda de elasticidade. A perda de gordura somada com a gravidade e tração muscular levam ao enrugamento e à formação de linhas dinâmicas de expressão. Estes fatores contribuem para a

formação de sulco nasolabial, papada e flacidez tecidual associada com o envelhecimento (John e Owsley Jr, 2005).

Pela revisão da literatura, é notável que nosso conhecimento dos aspectos do crescimento e envelhecimento ósseo da face aumentou, mas ainda há debates do quão significativo a contribuição do envelhecimento dos ossos da face, com as diminuições dos ângulos glabelar, maxilar e piriforme se tornam no processo de envelhecimento (Sharabi et al., 2010).

A diminuição do ângulo glabelar no estudo de Shaw e Khan (2008) sugerem que o arco supraorbital e o ângulo nasal retrocedem com a idade em ambos os sexos. A idade em que a maior diferença no ângulo glabelar ocorreu é diferente para ambos os sexos: na população feminina houve uma maior queda entre os grupos jovens e de meia idade, enquanto na população masculina isto se deu entre os grupos de meia idade e os idosos. A perda angular desta região contribui para uma aparência mais envelhecida da face, com quadro de ptose palpebral e capuz orbital lateral, tornando a pele mais flácida sobre a linha orbital. O ângulo maxilar diminuiu para ambos os sexos nesta pesquisa, correspondendo aos mesmos achados de estudos anteriores realizados por demais pesquisadores. Este ângulo apresentou a maior diminuição comparados com as outras medidas angulares. Em ambos os sexos se notou uma queda mais notável entre os grupos de meia idade e idosos. Isso nos leva a acreditar que o ângulo maxilar é, constantemente, reduzido com a idade. Esta queda angular pode estar associada com a diminuição da altura vertical do terço médio notado por Pessa et al. (1998), o qual notou que a perda do ângulo maxilar pode ser responsável pelo deslizamento da gordura malar em sentido inferior, porém Pessa não encontrou diferença estatística ($p < 0,067$) no ângulo glabelar em crânios masculinos. Por fim, Shaw e Khan (2008) encontraram na mesma pesquisa que o assoalho da abertura piriforme retrocede com a idade, ocorrendo primeiramente entre os grupos jovens e de meia idade, porém sem qualquer alteração no ângulo piriforme em ambos os sexos. Novamente, este dado difere do de Pessa o qual encontrou uma queda no ângulo piriforme em seu estudo em crânios do sexo masculino.

O entendimento sobre o processo de envelhecimento ósseo e suas repercussões em tecidos moles data de décadas, porém sem ainda a conclusão definitiva. A intervenção unicamente nos tecidos moles, no entanto, não necessariamente direciona para um resultado cosmético ótimo para todos os pacientes (Funk, 2017). Mais recentemente, o aumento volumétrico ósseo tem sido adicionado como plano de tratamento para pacientes selecionados (Stuzin e Baker, 2000). A implicação disto é que para pacientes de ambos os gêneros, o aumento do esqueleto facial deverá ser indicado de forma conservadora, a partir do estudo se o paciente

apresenta um volume ósseo suficiente para restaurar o contorno jovial (Valenzano et al., 2006). A contínua divergência entre autores sobre as alterações angulares em seus estudos integra nossa literatura. Portanto, mais estudos devem ser feitos nesta área para um maior entendimento sobre as alterações morfológicas que ocorrem no esqueleto facial com a idade.

Assim, existe a necessidade de se conhecer como a face se remodela frente ao envelhecimento e entender morfológica e morfometricamente essa remodelação para aplicação na análise facial que antecede a execução de procedimentos cirúrgicos e estéticos na face. O objetivo da presente pesquisa foi avaliar o contorno tridimensional da face por meio da análise morfométrica de três ângulos faciais em tomografias computadorizadas de crânios humanos em diferentes categorias de idade.

2 ARTIGO: ANALYSIS OF THE THREE-DIMENSIONAL CONTOUR OF THE FACE AND ITS RELATIONSHIP WITH AGE: A STUDY IN COMPUTED TOMOGRAPHY OF HUMAN SKULLS *

*Artigo submetido para análise no periódico internacional: *Clinical Oral Investigations*

(ANEXO 1)

Henrique Tonelli¹, Alexandre Rodrigues Freire¹, Isabela Lesse de Paula¹, Felipe Bevilacqua Prado¹, Ana Cláudia Rossi¹

¹Department of Biosciences, Anatomy Division, Piracicaba Dental School, University of Campinas, Piracicaba, São Paulo, Brazil.

Corresponding author:

Prof. Ana Cláudia Rossi. Department of Biosciences, Anatomy Division, Piracicaba Dental School, University of Campinas, 901 Limeira Avenue, 13414-903 Piracicaba, São Paulo, Brazil. E-mail: rossianac01@gmail.com

ABSTRACT

Objectives: The aim was to evaluate the three-dimensional contour of the face through the morphometric analysis of three facial angles in computed tomography scans of human skulls in different age categories. **Material and Methods:** The sample consisted of 123 CT scans that were divided into three groups according to the age. The Mimics 18.0 software (Materialise, NV, Belgium) was used to perform the segmentation of the images of each CT scan. Using the 3D reconstructions of the CT scans, the angular measurements were obtained for the evaluation of the orbital, piriform and maxillary angles. A significance level of 5% was considered. Descriptive statistics were performed for each measurement in each age category and sex. Twoway ANOVA was performed, with multiple comparisons by Tukey's test. **Results:** In females, there was a tendency for the piriform angle to increase from the young to the middle-aged group and decrease from the middle-aged to the elderly group. **Conclusions:** Females are more prone to selective resorptions than males mainly in the middle third of the face. **Clinical relevance:** There is a need to know how the face is remodeled in the process of aging and to understand this bony remodeling is important for application in facial analysis for execution of surgical and aesthetic procedures. **Keywords:** face; bone; anatomy; age; rejuvenation.

INTRODUCTION

The concept of facial aging revolves changes that occur in the soft tissue, such as tissue loss, caused by atrophy of elasticity. Facial rejuvenation techniques, like lifting vectors, have focused on reversing these changes by repositioning and redecorating the tissues. Although these techniques are effective to a greater extent, once the bone aging process is associated, they do not necessarily produce a completely harmonic and naturally rejuvenated appearance [1].

Bone aging occurs in specific underlying areas, like maxilla, glabella, orbital cavity, alveolar process and piriform aperture. Although these areas do not suffer in equally resorption scale, they do contribute to the significant changes reflected in the face [2]. It's important to notice that, individuals who present a pre-aged face and its consequences in soft tissue, the facial skeleton may be inherently inadequate. It is necessary to understand the dynamics of the skeletal aging process to effectively work this problem and harmonically rejuvenate the face [3].

Khan and Shaw 2008 [5] were the pioneers on the application of three-dimensional analysis of computed tomography (CT) to understand how skeletal aging process occurs throughout life. 60 tomographic patients sections were explored to analyse the most affected areas of the skull in this aging process. This study concluded that bone aging includes selective resorptions in specific sites of the skeletal framework, such as the piriform aperture, the maxilla and the periorbital region [4]. The same authors found that the piriform aperture has a greater

bone loss compared to other areas of the face. In this region, the most affected site is the nasal floor, leading to an increase in its width, which is the critical area for support for the external nasal valves and greater alar cartilages [5]. There is clinical evidence that suggests underlying changes in maxillary bone and nasal remodeling changes secondarily the nasal profile [6].

Loss of maxillary bone projection occurs from adulthood at a slower rate than the piriform aperture. Alterations in this first area contribute, laterally, as loss of malar projections, and medially to tissue fall, reflecting in a greater depth of the nasolabial fold [5]. However, this process differs from the orbital cavity, which shows an increase in both height and width with age, although the resorption occurs unevenly and at these specific sites. It is important to mention that superomedial and inferolateral aspects of the orbital rim, in particular, yield more to resorption, but the changes occur at different stages. While changes in superomedial can only be seen at more advanced ages, inferolateral margin resorption of the orbit occur earlier, close to middle age, and especially in males [4]. In contrast, the central part of the lower and upper margins are more stable, with little or no resorption occurring with age [14].

The understanding of bone aging process and its repercussions on soft tissues dates back decades, but without a definitive conclusion. Once there is a bone resorption process occurring underlying this tissue layer, to intervene only in soft tissues does not necessarily lead to an optimal cosmetic result for all patients [13]. Thus, there is a need to know how the face is remodeled in the aging process biologically, and understanding this remodeling morphologically and morphometrically, allows us the application in facial analysis, which precedes the execution of surgical and aesthetic procedures.

The aim of this study was to evaluate the three-dimensional contour of the face through the morphometric analysis of three facial angles in computed tomography scans of human skulls in different age categories.

MATERIAL AND METHODS

The present research was analyzed and approved by the Ethics Committee from FOP/UNICAMP (CAAE protocol: 63135522.1.0000.5418) (ANEXO 2).

Sample

In the sample, 123 computed tomography scans of dry human skulls were used (57 females and 66 males; age range from 18 to 80 years; with Brazilian nationality from the

Southeast region of Brazil) from the Biobank “Prof. Dr. Eduardo Daruge” from the Piracicaba Dental School – University of Campinas (FOP/UNICAMP).

The tomographic images were obtained in an Aisteion Multislice 4 CT System device (Toshiba Medical Systems Corporation – Japan), for the skull protocol: 100 MA, 120KV, with 1mm slices.

Only tomography scans were included that showed a skull with preserved and intact anatomical structures, without macroscopic deformities, fractures, or any other pathological or surgical change. CT scans of individuals with any anatomical abnormalities in the region of interest, surgeries, traumas, or any signs of bone remodeling, as well as individuals with implants, plates, screws, or any other metallic artifact close to the region, were excluded.

Image processing

The Mimics 18.0 software (Materialise, NV, Belgium) was used to perform the segmentation of the images of each computed tomography scan. Segmentation consisted of selecting the pixels of the bone structure in each tomographic section. This selection was defined by evaluating a threshold of scale values to obtain voxels, whose values are in a range according to the bone components of interest. The 3D reconstruction was performed to enable the visualization of these components and each three-dimensional surface was exported in virtual stereolithography (STL) to perform the surface evaluation. Each skull was standardized in right laterality and parallel to the Frankfurt Horizontal Plane.

Angular measurements

The 3D reconstructions of the CT scans were imported into the Mimics 18.0 software (Materialise, NV, Belgium), in which angular measurements (in degrees) were obtained for evaluation and characterization of the orbital, piriform, and maxillary angles (Fig. 1). The right side was standardized to evaluation. The values obtained by the software were tabulated for statistical analysis.

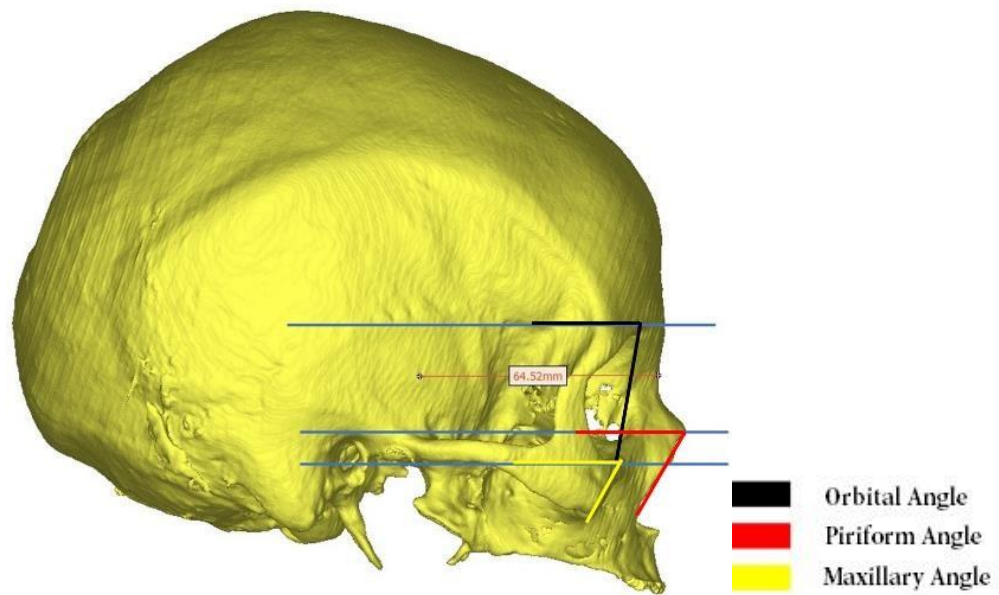


Fig 1. Delimitation of the orbital, piriform and maxillary angles measured in the threedimensional reconstruction of the skull.

Statistical analysis

After collecting all the data, they were tabulated in the Microsoft Office Excel® package. Statistical analysis was performed using GraphPad Prism v.8 software (San Diego, CA, USA). The normality of the sample was checked by Shapiro-Wilks. A significance level of 5% was considered. Descriptive statistics were performed to obtain the mean and standard deviation (SD) for each measurement (orbital, piriform, and maxillary angles), in each age category and gender. Two-way ANOVA was performed, with multiple comparisons by Tukey's test (young versus middle-aged, middle-aged versus elderly, and young versus elderly) for each measure evaluated.

RESULTS

The mean age at the young age group was 37.67 years (SD, 4.393), ranging from 30 to 44 years for males; and 36 to 90 years (SD, 5.195) with a range of 30 to 43 years for females. Males in the middle-aged group had a mean age of 54.88 years (SD, 5.465) with a range of 45 to 64 years, and female individuals had a mean age of 54.58 years (SD, 7.391) ranging from 45 to 64 years. The mean age in the elderly age group was 74.67 years (SD, 6.334), ranging from 65 to 87 years for males; and 73, 91 years (SD, 7, 801), ranging from 65 to 100 for females.

Orbital Angle

In general, the Two-way ANOVA test showed a significant difference when comparing the orbital angle between males and females ($P= 0.0224$), while, when comparing between ages, no significant differences were detected ($P= 0.1687$).

The mean orbital angle measurement in males was 73.42 degrees for the young age group, 71.21 degrees for the middle-aged group, and 71.64 degrees for the elderly group. The average measurement of the orbital angle in females was 75.88 degrees for the young age group, 74.46 degrees for the middle-aged group, and 72.99 degrees for the elderly group (Table 1). Multiple comparisons by Tukey's test performed in both sexes between the means of each age category did not show significant differences (Fig.2). Despite this, there was a tendency for the orbital angle to decrease from the young to the middle-aged group and from the middle-aged to the elderly group in both sexes.

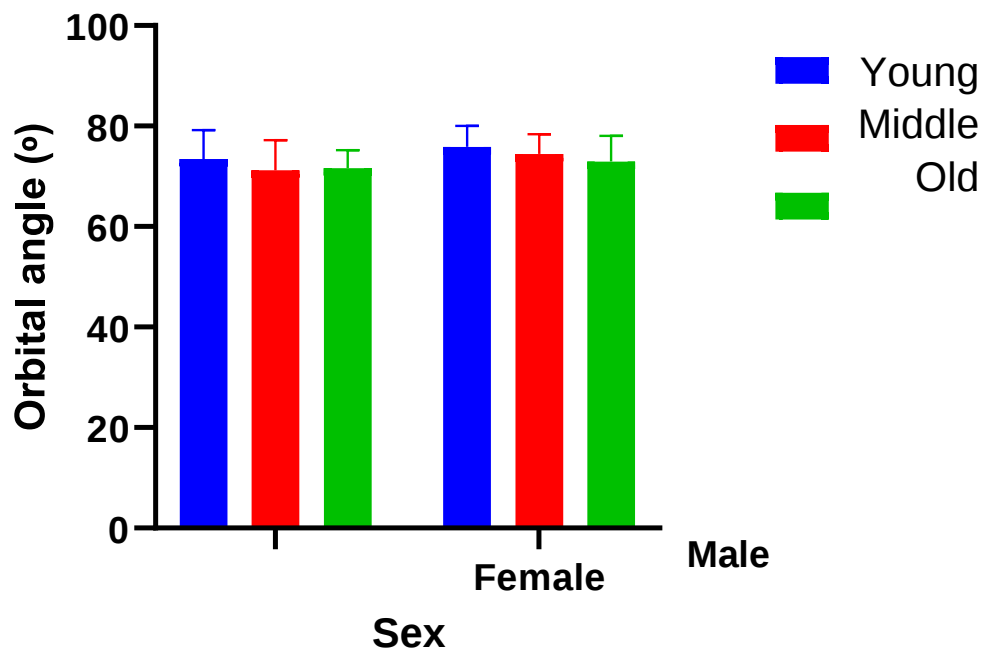


Fig 2. Means of orbital angle (in degrees) by sex in each age category (young, middle-aged, and elderly). For males - young versus middle-aged: $P= 0.3304$; middle-aged versus elderly: $P= 0.9584$; and young versus elderly: $P= 0.5424$. For females - young versus middle-aged: $P= 0.7889$; middle-aged versus elderly: $P= 0.6665$; and young versus elderly: $P= 0.2586$.

Piriform Angle

In general, the Two-way ANOVA test showed a significant difference when comparing the piriform angle between males and females ($P = 0.076$), while, when comparing between ages, no significant differences were detected ($P = 0.1687$).

The mean measurement of the piriform angle in males was 55.15 degrees for the young age group, 53.23 degrees for the middle-aged group, and 53.13 degrees for the elderly group. The mean measurement of the piriform angle in females was 57.52 degrees for the young age group, 60.39 degrees for the middle-aged group, and 53.60 degrees for the elderly group. In females, there was a tendency for the piriform angle to increase from the young to the middle-aged group and decrease from the middle-aged to the elderly group (Table 1). The multiple comparisons by Tukey's test performed in both sexes between the averages of each age category showed significant differences in females when comparing middle age with the elderly ($P = 0.0216$). For the other comparisons, there were no significant differences (Fig. 3).

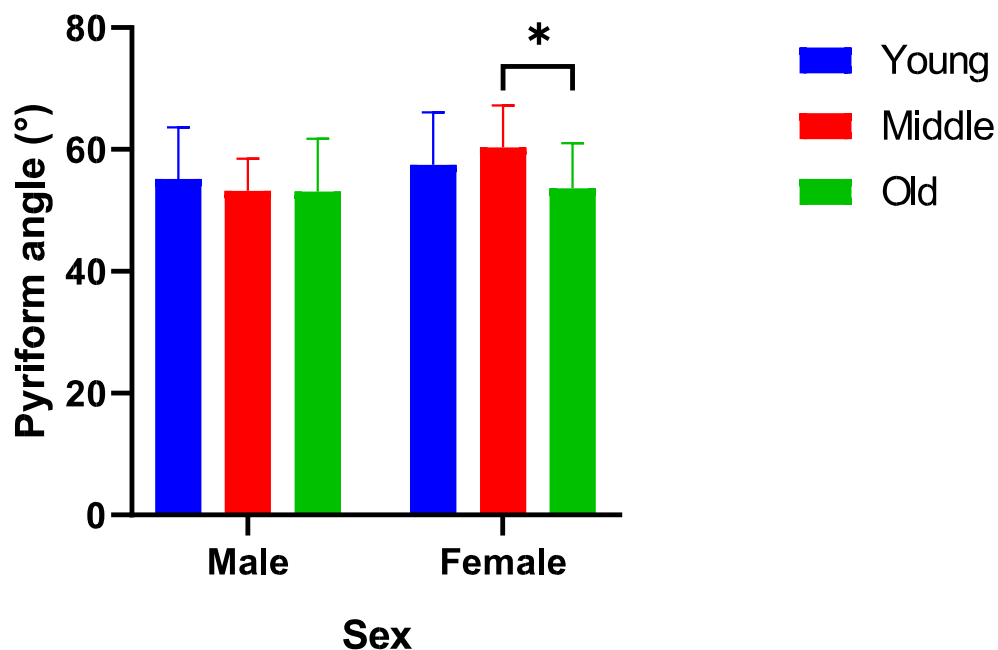


Fig 3. Means of the piriform angle (in degrees) by gender in each age category (young, middle-aged, and elderly). For males - young versus middle-aged: $P = 0.6769$; middle-aged versus elderly: $P = 0.9989$; and young versus elderly: $P = 0.6938$. For females - young versus middle-aged: $P = 0.6397$; middle-aged versus elderly: $P = 0.0216$; and young versus elderly: $P = 0.3155$.

*Statistical difference (decreased from the middle-aged to the elderly group).

Maxillary Angle

In general, the Two-way ANOVA test did not show a significant difference when comparing the maxillary angle between males and females ($P= 0.3364$), nor when comparing ages ($P= 0.0694$).

The mean maxillary angle measurement in males was 47.66 degrees for the young age group, 47.44 degrees for the middle-aged group, and 50.05 degrees for the elderly group. The mean maxillary angle measurement in females was 47.75 degrees for the young age group, 45.03 degrees for the middle-aged group, and 48.84 degrees for the elderly group (Table 1). Multiple comparisons by Tukey's test performed in both sexes between the means of each age category did not show significant differences (Figure 4). Despite this, there was a tendency for the maxillary angle to increase from the middle-aged to the elderly group in both sexes.

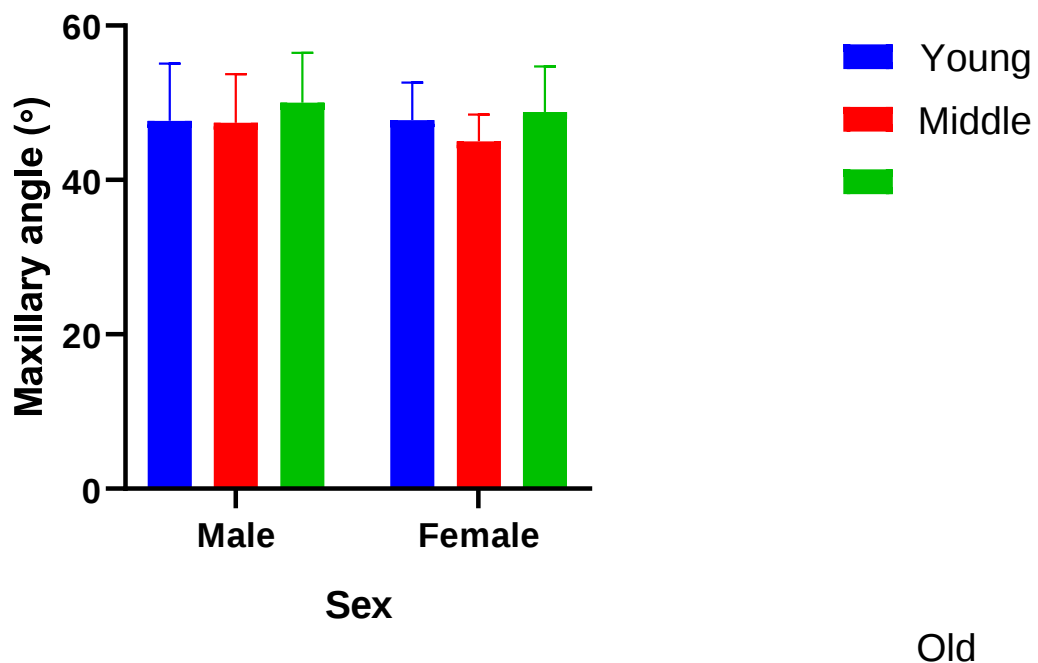


Fig 4. Means of maxillary angle (in degrees) by gender in each age category (young, middleaged, and elderly). For males - young versus middle-aged: $P= 0.9923$; middle-aged versus elderly: $P= 0.3419$; and young versus elderly: $P= 0.4656$. For females - young versus middleaged: $P= 0.5481$; middle-aged versus elderly: $P= 0.1560$; and young versus elderly: $P= 0.8731$.

Table 1. Mean (SD) angular measurements (in degrees) by sex in each age category.

Angle (°)	Young (SD)	Middle-aged (SD)	Elderly (SD)
<i>Orbital</i>			
<i>Male</i>	73.42 (5.799)	71.21 (5.976)	71.64 (3.556)
<i>Female</i>	75.88 (4.158)	74.46 (3.932)	72.99 (5.078)
<i>Piriform</i>			
<i>Male</i>	55.15 (8.503)	53.23 (5.241)	53.13 (8.627)
<i>Female</i>	57.52 (8.596)	60.39 (6.817)*	53.60 (7.419)*
<i>Maxillary</i>			
<i>Male</i>	47.66 (7.435)	47.44 (6.269)	50.05 (6.418)
<i>Female</i>	47.75 (4.858)	45.03 (3.465)	48.84 (5.879)

*Statistical difference (decreased from the middle-aged to the elderly group).

DISCUSSION

The areas most affected by the reduction of skeletal projection correspond to the areas of the face that are most affected by the stigmas of aging, such as the piriform aperture, orbital cavity, and maxillary region. The reabsorption of these areas develops with the retrusion of their respective periosteum [9]. Consequently, the location of ligament and muscle insertions through the periosteum also ends up moving [3]. As a result, these structures end up losing the mechanical advantages of their effectiveness in the tissue they act on [10].

Some of the changes that occur with age in the regions of the face involves tissue loss, glabella protrusion, expansion of supraorbital wrinkles, lateral translation of the orbit, and increase in nose and chin dimensions [4].

From a review of the literature, it is apparent that our knowledge of the aging process of the facial skeleton has increased. For the continuous study, in our research, 123 skulls of male and female sex were included for analysis independently, allowing us to detect differences for each sex. Were included three age categories, which we hope will allow us to identify and track the aging process more precisely. The use of tomography allowed a more accurate 3-D reconstruction, thus increasing our accuracy in obtaining measurements and comparing them with past literature. According to results of the present study, it was found that each angle of the face suffers from changes at different levels and times. First, we observed a tendency for the orbital angle to decrease from the young to the middle-aged group and from the middle-aged to the elderly group in both sexes, resulting in larger orbital cavities. This is due to the resorption of the inferolateral region of the orbital cavity being the most affected of all, and the superior region being the least resorbed. As the inferior region undergoes selective resorption, the angle tends to increase in conjunction with bone aging. Our results agree with the findings by Shaw and Khan [5], who concluded that there is continuous resorption of the orbital cavity and loss of tissue volume and projection, resulting in a loss of support in the area, thus helping in a fall and accumulation of soft tissue in the lateral region of the orbit, called the “tissue hood”. These changes can play a key role in leading to a more aged appearance.

On the other hand, the present study found a tendency for the maxillary angle to increase from the middle-aged group to the elderly, in both sexes. The maxillary region undergoes continuous anterior and lateral wall resorption, with loss of malar projections and an aid in the loss of inferior support of the piriform aperture. These results have already been found by several authors [4,6,11], who carried out measurements of the maxillary projection and concluded that there is a resorption throughout life. This angle showed the greatest decrease compared to the other angular measurements. This angular fall may be associated with the decrease in the vertical height of the middle third noted by Pessa et al. [12], who noticed that the loss of the maxillary angle may be responsible for the malar fat sliding downwards.

In the study of the piriform opening, our test showed significant differences both between sexes and between ages, but only in the female group. This shows that each sex demonstrates its skeletal changes at different levels, and, in females, there was a tendency for the piriform angle to increase from the young to the middle-aged group, but there was a significant difference when noticing the decrease in the middle-aged group for the elderly group, demonstrating that the adult phase is where the most significant changes occur in this region. This occurs due to the aging process initially affecting the nasal floor more than any other structure in the piriform

region, with resorption in the posteroinferior direction, resulting in an increase in the angle. This is noted in soft tissue evaluation by determining the position of the alar base relative to the medial canthus. When the alar base is positioned posterior to the medial corner, the facial profile appears more aged. The second – and later – change occurs in the vertical position of the piriformis. As it remodels superiorly, the alar base is pulled superiorly, resulting in a decrease in the angle. This suggests that facial bones that support the jaws recede with age, causing a generalized increase in volume. The reason that leads us to believe that females suffer more than males involves the study by Barlett [13], who through cephalometry studies, concluded that female skulls have a greater increase in all lengths and depth of the middle third with increasing age, compared with males. In other words, females are more prone to selective resorptions than males [14].

We know that females are more prone to these changes, but males are not exempt. Our research aims to help and continuously study the areas of the face where we suffer the greatest variations and alterations, aiming to help better and more sophisticated aesthetic procedures based not only on the clinic but on biological aging.

CONCLUSION

Our research concluded with the observation and analysis that male and female skulls have several changes throughout life in specific sites. Females are more prone to selective resorptions than males mainly in the middle third of the face.

After the bone maturation process is complete, the respective areas of the face begin to suffer from resorptions at different levels and aspects.

Compliance with Ethical Standards

Conflict of Interest: Author Henrique Tonelli declares that he has no conflict of interest. Author Alexandre Rodrigues Freire declares that he has no conflict of interest. Author Isabela Lesse de Paula declares that she has no conflict of interest. Author Felipe Bevilacqua Prado declares that he has no conflict of interest. Author Ana Cláudia Rossi declares that she has no conflict of interest.

Funding: None.

Ethical approval: The present research was analyzed and approved by the Ethics Committee from FOP/UNICAMP (CAAE protocol: 63135522.1.0000.5418).

Informed consent: For this type of study, formal consent is not required.

REFERENCES

1. Terino EO, Edward M (2008) The magic of mid-face three-dimensional contour alterations combining alloplastic and soft tissue suspension technologies. *Clin Plast Surg.* 35(3):419-50; discussion 417. doi: 10.1016/j.cps.2008.02.011.
2. Levine RA, Garza JR, Wang PT, Hurst CL, Dev VR (2003) Adult facial growth: applications to aesthetic surgery. *Aesthetic Plast Surg.* 27(4):265-8. doi: 10.1007/s00266-0032112-4.
3. Matros E, Momoh A, Yaremchuk MJ (2009) The aging midfacial skeleton: implications for rejuvenation and reconstruction using implants. *Facial Plast Surg.* 25(4):252-9. doi: 10.1055/s-0029-1242037.
4. Kahn DM, Shaw RB Jr (2008) Aging of the bony orbit: a three-dimensional computed tomographic study. *Aesthet Surg J.* 28(3):258-64. doi: 10.1016/j.asj.2008.02.007.
5. Shaw RB Jr, Kahn DM (2007) Aging of the midface bony elements: a three-dimensional computed tomographic study. *Plast Reconstr Surg.* 119(2):675-81; discussion 682-3. doi: 10.1097/01.prs.0000246596.79795.a8.
6. Pessa JE, Desvigne LD, Zadoo VP (1999) The effect of skeletal remodeling on the nasal profile: considerations for rhinoplasty in the older patient. *Aesthetic Plast Surg.* 23(4):239-42. doi: 10.1007/s002669900275.
7. Pessa JE (2000) An algorithm of facial aging: verification of Lambros's theory by threedimensional stereolithography, with reference to the pathogenesis of midfacial aging, scleral show, and the lateral suborbital trough deformity. *Plast Reconstr Surg.* 106(2):479-88; discussion 489-90. doi: 10.1097/00006534-200008000-00040.
8. Funk W (2017) Presto lift-a facelift that preserves the retaining ligaments and SMAS tethering. *Oral Maxillofac Surg.* 21(1):33-39. doi: 10.1007/s10006-016-0594-x.
9. Le Louarn C, Buthiau D, Buis J (2007) Structural aging: the facial recurve concept. *Aesthetic Plast Surg.* 31(3):213-8. doi: 10.1007/s00266-006-0024-9.
10. Pecora NG, Baccetti T, McNamara JA Jr (2008) The aging craniofacial complex: a longitudinal cephalometric study from late adolescence to late adulthood. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 134(4):496-505. doi: 10.1016/j.ajodo.2006.11.022.

11. Mendelson B, Wong CH (2012) Changes in the facial skeleton with aging: implications and clinical applications in facial rejuvenation. *Aesthetic Plast Surg.* 36(4):753-60. doi: 10.1007/s00266-012-9904-3.
12. Pessa JE, Zadoo VP, Yuan C, Ayedelotte JD, Cuellar FJ, Cochran CS, Mutimer KL, Garza JR (1999) Concertina effect and facial aging: nonlinear aspects of youthfulness and skeletal remodeling, and why, perhaps, infants have jowls. *Plast Reconstr Surg.* 103(2):635-44. doi: 10.1097/00006534-199902000-00042.
13. Bartlett SP, Grossman R, Whitaker LA (1992) Age-related changes of the craniofacial skeleton: an anthropometric and histologic analysis. *Plast Reconstr Surg.* 90(4):592-600. doi: 10.1097/00006534-199210000-00007.
14. Garn SM, Rohmann CG, Wagner B, Ascoli W (1967) Continuing bone growth throughout life: a general phenomenon. *Am J Phys Anthropol.* 26(3):313-7. doi: 10.1002/ajpa.1330260306.

3 CONCLUSÃO

Concluiu-se que os indivíduos do sexo feminino são mais propensos a alterações ósseas da face do que os indivíduos do sexo masculino, principalmente no terço médio da face.

A presente pesquisa visa auxiliar o entendimento das alterações do osso da face de acordo com a idade visando auxiliar melhores e mais sofisticados procedimentos estéticos baseados não apenas na clínica, mas no envelhecimento biológico.

REFERÊNCIAS*

1. Bartlett SP, Grossman R, Whitaker LA. Age-related changes of the craniofacial skeleton: An anthropometric and histologic analysis. Vol. 90, Plastic and Reconstructive Surgery. 1992. p. 592–600.
2. Behrents RG, Arbor A. Growth In The Aging Of Craniofacial Skeleton. 1985.
3. Edelstein DR. Aging of the normal nose in adults. Laryngoscope. 1996;106(9 SUPPL.):1–25.
4. Enlow DH. A morphogenetic analysis of facial growth. Am J Orthod. 1966;52(4):283–99.
5. Fritz E, Barton J, Gyimesi IM. Anatomy of the Nasolabial Fold. 2006. p. 1–8. Rohrich RJ, Hollier LH, Janis JE, Kim J. Rhinoplasty with advancing age. Plast Reconstr Surg. 2004;114(7):1936–44.
6. Funk W. Presto lift—a facelift that preserves the retaining ligaments and SMAS tethering. Oral Maxillofac Surg [Internet]. 2017;21(1):33–9.
7. Garn SM, Rohmann CG, Wagner B, Ascoli W. Continuing bone growth throughout life: A general phenomenon. Am J Phys Anthropol. 1967;26(3):313.
8. Gosain AK, Klein MH, Sudhakar P V., Prost RW. A volumetric analysis of soft-tissue changes in the aging midface using high-resolution MRI: Implications for facial rejuvenation. Plast Reconstr Surg. 2005;115(4):1143–52.
9. John Q Owsley Jr MZ. Midface lift of the malar fat pad: technical advances. 2005.
10. Kahn DM, Shaw RB. Aging of the Bony Orbit: A Three-Dimensional Computed Tomographic Study. Aesthetic Surg J. 2008;28(3):258–64.
11. Levine RA, Garza JR, Wang PTH, Hurst CL, Dev VR. Adult Facial Growth: Applications to Aesthetic Surgery. Aesthetic Plast Surg. 2003;27(4):265–8.
12. Louarn C Le, Buthiau D, Buis J. Structural aging: The facial recurve concept. Aesthetic Plast Surg. 2007;31(3):213–8.
13. Matros E, Momoh A, Yaremchuk MJ. The aging midfacial skeleton: Implications for rejuvenation and reconstruction using implants. Facial Plast Surg. 2009;25(4):252–9.
14. Mendelson B, Wong CH. Changes in the facial skeleton with aging: Implications and clinical applications in facial rejuvenation. Aesthetic Plast Surg. 2012;36(4):753–60.

*De acordo com as normas da UNICAMP/FOP, baseadas na padronização do International Committee

of Medical Journal Editors – Vancouver Group. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o PubMed.

15. Pecora NG, Baccetti T, McNamara JA. The aging craniofacial complex: A longitudinal cephalometric study from late adolescence to late adulthood. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;134(4):496–505.
16. Pessa JE, Desvigne LD, Zadoo VP. The effect of skeletal remodeling on the nasal profile: Considerations for rhinoplasty in the older patient. *Aesthetic Plast Surg.* 1999;23(4):239–42.
17. Pessa JE, Slice DE, Hanz KR, Broadbent TH, Rohrich RJ. Aging and the shape of the mandible. *Plast Reconstr Surg.* 2008;121(1):196–200.
18. Pessa JE, Zadoo VP, Mutimer KL, Haffner C, Yuan C, DeWitt AI, Garza JR. Relative maxillary retrusion as a natural consequence of aging: combining skeletal and soft-tissue changes into an integrated model of midfacial aging. *Plast Reconstr Surg.* 1998 Jul;102(1):205-
- 12.
19. Pessa JE, Zadoo VP, Yuan C, Ayedelotte JD, Cuellar FJ, Cochran CS, Mutimer KL, Garza JR. Concertina effect and facial aging: nonlinear aspects of youthfulness and skeletal remodeling, and why, perhaps, infants have jowls. *Plast Reconstr Surg.* 1999 Feb;103(2):635-
- 44.
20. Pessa JE. Verification of Lambros's theory by three-dimensional stereolithography, with reference to the pathogenesis of midfacial aging, scleral show, and the lateral suborbital trough deformity. *Measurement.* 2000;479–88.
21. Pessa JE. Verification of Lambros's theory by three-dimensional stereolithography, with reference to the pathogenesis of midfacial aging, scleral show, and the lateral suborbital trough deformity. *Measurement.* 2000;479–88.
22. Richard MJ, Morris C, Deen BF, Gray L, Woodward JA. Analysis of the anatomic changes of the aging facial skeleton using computer-assisted tomography. *Ophthal Plast Reconstr Surg.* 2009;25(5):382–6.
23. Sharabi SE, Hatef DA, Koshy JC, Hollier LH, Yaremchuk MJ. Mechanotransduction: The missing link in the facial aging puzzle? *Aesthetic Plast Surg.* 2010;34(5):603–11.
24. Shaw RB, Kahn DM. Aging of the midface bony elements: A three-dimensional computed tomographic study. *Plast Reconstr Surg.* 2007;119(2):675–81.

25. Stuzin JM, Baker TJ, Baker TM. Refinements in face lifting: enhanced facial contour using vicryl mesh incorporated into SMAS fixation. *Plast Reconstr Surg.* 2000 Jan;105(1):290-301.
26. Terino EO, Edward M. The Magic of Mid-Face Three-Dimensional Contour Alterations Combining Alloplastic and Soft Tissue Suspension Technologies. *Clin Plast Surg.* 2010;35(3):419–50.
27. Valenzano DR, Mennucci A, Tartarelli G, Cellerino A. Shape analysis of female facial attractiveness. *Vision Res.* 2006;46(8–9):1282–91.

ANEXO 1: COMPROVANTE DE SUBMISSÃO NA REVISTA

 Clinical Oral Investigations [My account](#) 

Analysis of the three-dimensional contour of the human face and its relationship with age: a st...

 CURRENT STATUS

We've received your submission and are now running technical checks

We are checking your submission against our journal guidelines and policies. If there is anything we need we will email rossianac01@gmail.com.

Need help?

If you have any questions about this submission, you can [email the Editorial Office](#).

Progress so far

 Submission received

 Initial technical check

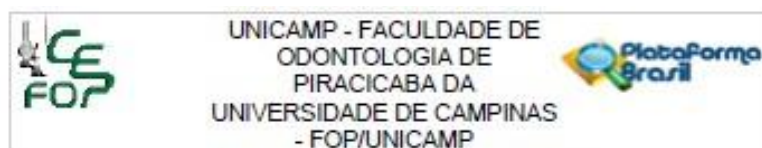
Your submission

Title
Analysis of the three-dimensional contour of the human face and its relationship with age: a study in computed tomography

Type
Research

Journal
Clinical Oral Investigations

ANEXO 2: COMPROVANTE DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise do contorno tridimensional da face e sua relação com a idade: estudo em tomografias computadorizadas de crânios humanos

Pesquisador: HENRIQUE TONELLI

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 63135522.1.0000.5418

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia de Piracicaba - Unicamp

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

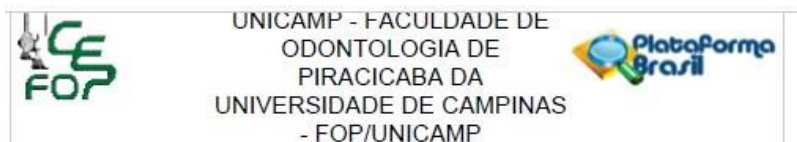
Número do Parecer: 5.692.362

Apresentação do Projeto:

O parecer inicial é elaborado com base na transcrição editada do conteúdo do registro do protocolo na Plataforma Brasil e dos arquivos anexados à Plataforma Brasil. Os pareceres de retorno, emendas e notificações são elaborados a partir do último parecer e dos dados e arquivos da última versão apresentada. A EQUIPE DE PESQUISA citada na capa do projeto de pesquisa inclui HENRIQUE TONELLI (Cirurgião-Dentista, Mestrando no PPPG em Biologia Buco-dental, área de Anatomia, da FOP – UNICAMP, Pesquisador responsável), ALEXANDRE RODRIGUES FREIRE (Cirurgião-Dentista, Pesquisador colaborador da Área de Anatomia da FOP – UNICAMP), ANA CLAUDIA ROSSI (Cirurgia-Dentista, Professora Associada da Área de Anatomia da FOP – UNICAMP), o que é confirmado na declaração dos pesquisadores e na PB.

DELINEAMENTO DA PESQUISA: Trata-se de estudo observacional descritivo e transversal, baseada em arquivo, que envolverá 123 tomografias computadorizadas de indivíduos adultos, com data do óbito entre 2008 e 2010, que foram exumados no período de 2013 e 2014. As tomografias computadorizadas de crânios humanos são pertencentes ao Biobanco "Osteológico e tomográfico Prof. Dr. Eduardo Daruge" da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de

Endereço: Av. Limeira 901 Caixa Postal 52 CEP: 13.414-900
Bairro: Areião
UF: SP Município: PIRACICABA
Telefone: (19)2105-5340 Fax: (19)2105-5340 E-mail: cep@fop.unicamp.br



Continuação do Parecer: 5.692.362

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2009453.pdf	06/10/2022 22:27:18		Aceito
Outros	Respostaparecer.pdf	06/10/2022 22:26:25	HENRIQUE TONELLI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	06/10/2022 22:25:42	HENRIQUE TONELLI	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderosto.pdf	10/09/2022 10:12:15	HENRIQUE TONELLI	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Declarainstituicao.pdf	10/09/2022 10:11:41	HENRIQUE TONELLI	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Declarapesquisadores.pdf	10/09/2022 10:09:45	HENRIQUE TONELLI	Aceito
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	Autarquivo.pdf	10/09/2022 10:08:12	HENRIQUE TONELLI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Justificativa.pdf	10/09/2022 10:06:43	HENRIQUE TONELLI	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PIRACICABA, 09 de Outubro de 2022

Assinado por:
jacks jorge junior
(Coordenador(a))

ANEXO 3: COMPROVANTE DO SOFTWARE ANTI-PLÁGIO

ANALYSIS OF THE THREE-DIMENSIONAL CONTOUR OF THE FACE AND ITS RELATIONSHIP WITH AGE: A STUDY IN COMPUTED TOMOGRAPHY OF HUMAN SKULLS

RELATÓRIO DE ORIGINALIDADE

4%
ÍNDICE DE SEMELHANÇA

3%
FONTES DA INTERNET

4%
PUBLICAÇÕES

1%
DOCUMENTOS DOS ALUNOS

FONTES PRIMÁRIAS

1	Finosh Thankam, Victoria E. D. Wilson, Mohamed M Radwan, Aleem Siddique, Devendra K Agrawal. "Involvement of Ischemia-driven 5LPOX-RvE1-ChemR23 axis in the resolution of post-CABG inflammation in Coronary Arteries", Research Square Platform LLC, 2021 Publicação	1%
----------	--	-----------

2	journals.lww.com Fonte da Internet	1%
----------	---------------------------------------	-----------

3	www.frontiersin.org Fonte da Internet	1%
----------	--	-----------

4	Bruna Felix Bravo, Stephanie Bianco, Julien	<1%
----------	---	---------------