

O desafio do tratamento ortodôntico do paciente com fenótipo facial hiperdivergente

Recebido em: mar/2016

Aprovado em: abr/2016

Marinho Del Santo – Mestre e Doutor
– Ortodontista em São Paulo, Master of
Science in Orthodontics, Baylor College
of Dentistry, Dallas, Texas, USA

Helder Jacob – Mestre e Doutor – Profes-
sor do Department of Orthodontics, Baylor
College of Dentistry, Dallas, Texas, USA

José A. Bósio – Mestre – Associate
Professor, Department of Orthodontics,
Rutgers School of Dental Medicine,
Newark, New Jersey, USA

Autor de correspondência:
Marinho Del Santo
Av. Vereador José Diniz 3720, Conjunto 1204
CEP 04603-004, Campo Belo
São Paulo, SP
Brasil
marinho@delsanto.com.br

The challenge of the orthodontic treatment of the hyperdivergent facial phenotype patient

RESUMO

Objetivo: o artigo visa informar aos profissionais da área de Ortodontia os desafios de se diagnosticar e tratar pacientes que apresentem fenótipo facial hiperdivergente. **Materiais e métodos:** através de revisão sistemática da literatura, via PubMed e Google Acadêmico, identificou-se os melhores artigos, descritivos e experimentais, nas áreas relacionadas. Dessa seleção, 30 artigos foram revisados e discutidos. **Resultados:** embora a prevalência de fenótipos faciais hiperdivergentes na população dos EUA (por falta de dados referentes à população brasileira) seja bastante pequena, seu diagnóstico e tratamento são desafiadores. Os principais fatores causais envolvidos em seu desenvolvimento são: a) genéticos; b) epigenéticos e; c) ambientais. A postura mandibular tem um papel fundamental no estabelecimento deste tipo facial, e algumas características morfológicas são patognomônicas: a) excessiva altura facial anterior inferior; b) falta de altura facial posterior; c) ângulo goníaco aberto; d) rotação mandibular desfavorável; e) plano oclusal inclinado anteriormente para baixo; f) sínfise mentoniana aumentada e fina e; g) ossos corticais mais delgados, tanto na maxila como na mandíbula. Além disso, esses indivíduos apresentam funções respiratória e mastigatória deficientes. Em geral, apresentam mordida aberta anterior e possivelmente mordida cruzada posterior. **Conclusão:** o estabelecimento do fenótipo facial hiperdivergente é complexo e multifatorial. A ocorrência de fenômenos morfofuncionais severos sequenciais é difícil de ser controlada ou revertida e as possibilidades terapêuticas são, na melhor das hipóteses, limitadas e ainda experimentais.

Descritores: ortodontia; face; mandíbula

ABSTRACT

Goal: the goal of the paper is to inform orthodontic professionals about the challenges to diagnose and to treat patients presenting hyperdivergent facial phenotype. **Materials and methods:** a systematic review of the literature was conducted using PubMed and Google Academics, and the best descriptive and experimental studies in the related areas were identified. From the initial selection, 30 papers were revised and discussed. **Results:** although the prevalence of individuals presenting hyperdivergent facial phenotype in the USA population (since no Brazilian epidemiologic is available) is considerably low, diagnosis and treatment are challenging. The major causal factors involved in its development are: a) genetic; b) epigenetic and; c) environmental. The mandibular posture has a fundamental role in the establishment of such facial type, and some morphological features are pathognomonic: a) excessive inferior anterior facial height; b) lack of posterior facial height; c) increased goniac angle; d) unfavorable mandibular rotation; e) occlusal plane anteriorly tilted down; f) higher and thinner mandibular symphysis and; g) thinner maxillary and mandibular cortical bones. Furthermore, these individuals present respiratory and masticatory functions deficiencies. In general, they present anterior open bite and possibly posterior cross bite. **Conclusion:** settling of the hyperdivergent facial phenotype is complex and multifactorial. The occurrence of sequential severe morphofunctional phenomena is hardly controlled or reverted, while therapeutic options are limited and still experimental.

Descriptors: orthodontics; face; mandible

RELEVÂNCIA CLÍNICA

O artigo visa informar aos profissionais da área de Ortodontia os desafios de se diagnosticar e tratar pacientes que apresentem fenótipo facial hiperdivergente.

INTRODUÇÃO

Cefalogramas são utilizados principalmente para se diagnosticar as relações ântero-posteriores dos maxilares, seja em relação à face ou ao crânio. A classificação de pacientes em Classes [I, II ou III] baseia-se principalmente na relação ântero-posterior dos maxilares, sem considerar a dimensão vertical. Essa nomenclatura é uma extensão da classificação de maloclusões de Angle, a mais antiga da profissão, que expressa a relação ântero-posterior entre os primeiros molares maxilares e mandibulares permanentes. A falta de detalhamento de características verticais que contribuem para a harmonia facial torna-se uma limitação importante.

Sem o apropriado diagnóstico tridimensional, correções morfofuncionais nem sempre são adequadamente pretendidas e alcançadas. Ortodontistas (e outros profissionais da área odontológica) sabem reconhecer faces desarmônicas, porém não necessariamente identificam o principal problema e o quão grave ele é. Por muitas décadas, "escolas ortodônticas" pretenderam apenas mover dentes, visando a correção de maloclusões dentárias. Com avaliações simultâneas nas dimensões ântero-posterior, vertical e transversal, alcançou-se o correto e completo diagnóstico ortodôntico-facial. A inclusão de características faciais verticais foi essencial para esse avanço.

O trabalho de Schudy¹, na década de 1960, contribuiu de forma decisiva para que o componente vertical da malocclusão fosse considerado. Schudy foi precursor do conceito de que a harmonia facial de indivíduos que apresentavam displasias verticais, geralmente combinadas com displasias ântero-posteriores, estaria significativamente comprometida. Indivíduos com essas características faciais passaram a ser chamados de hiperdivergentes, fossem eles retrognatas (Classe II) ou prognatas (Classe III). E a rotação mandibular (horária ou anti-horária), apresentada contemporaneamente na Europa,² está diretamente correlacionada a esse fenômeno.

Conceitos fundamentais de crescimento dentoalveolar e de rotação mandibular foram apresentados por Björk e Skieller, também nos anos 1960.² Após estudos com implantes, com precisa superimposição de cefalogramas coletados longitudinalmente, esses autores postularam que a rotação mandibular exerce um papel importante no estabelecimento do fenótipo facial, exatamente por influenciar diretamente a dimensão vertical da face. Embora esses fenômenos talvez não sejam bem entendidos pelos ortodontistas, estudá-los é fundamental para se compreender o fenótipo facial hiperdivergente.

Indivíduos com fenótipo facial hiperdivergente apresentam características faciais peculiares. Verticalmente, apresentam: a) excessiva altura facial anterior inferior; b) falta de altura facial posterior (pela falta de altura dos processos alveolares posteriores inferiores e do ramo mandibular); c) ângulo goniaco aberto; d) rotação mandibular (horária em indivíduos retrognatas e anti-

-horária em indivíduos prognatas); e) plano oclusal inclinado anteriormente para baixo; f) sínfise mentoniana aumentada e fina; g) ossos corticais delgados, tanto na maxila como na mandíbula e; h) incompetência labial.

Transversalmente, as arcadas apresentam-se significativamente mais estreitas em pacientes hiperdivergentes, especialmente a maxilar, seja por sua própria anatomia como também por importantes alterações funcionais. A deficiência das funções respiratória e mastigatória provoca incorreto posicionamento da língua e falta de estímulo oclusal transversal dos molares inferiores nos molares superiores. Em simples palavras: durante o crescimento transversal normal da mandíbula, os molares inferiores "alargam" a arcada maxilar através da oclusão. Esse estímulo funciona como matriz funcional, naturalmente esperada, já que o crescimento e desenvolvimento da maxila e da mandíbula são totalmente integrados.

As características faciais são consequências de alterações genéticas, epigenéticas e ambientais, com causas e consequências funcionais e estéticas. Funcionalmente, pode-se correlacionar as características faciais de indivíduos hiperdivergentes com a postura inadequada de cabeça e de mandíbula, com vias aéreas superiores alteradas (ou obstruídas) e com a potência muscular mastigatória diminuída.³ Esteticamente, a partir dos anos 1990, essas características passam a ser valorizadas, tanto pelos profissionais da área como por pessoas leigas.^{4,5}

O objetivo deste trabalho é apresentar, ao clínico geral e ao ortodontista, os principais aspectos morfofuncionais de indivíduos com fenótipo facial hiperdivergente. Assumimos de antemão, todavia, que o assunto está longe de se esgotar. Tanto porque novos recursos tecnológicos, como tomografias e reproduções tridimensionais, passaram a ser aplicados em escala mercadológica, como também porque as soluções terapêuticas eficazes para esse tipo de displasia facial são ainda recentes e experimentais.

MATERIAIS E MÉTODOS

As bases de dados consultadas para essa revisão de literatura foram PubMed (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>) e Google Acadêmico (<http://scholar.google.com.br/?hl=pt-BR>).

Os artigos foram selecionados de acordo com sua relevância, sob os descritores indexados: *orthodontics, facial growth, cranio-facial growth, mandible, mandibular rotation, mandibular growth prediction e hyperdivergent facial phenotype*.

Como critérios de inclusão de artigos, utilizou-se (como padrão-ouro): revisões sistemáticas de literatura, ensaios clínicos randomizados, estudos observacionais (coorte e transversais), e/ou os melhores estudos descritivos e experimentais disponíveis na literatura, nos idiomas inglês e português. Como critérios de exclusão de artigos, utilizou-se: relatos de casos clínicos, resumos de anais de congressos e cartas a editores.

REVISÃO DE LITERATURA

Dados da prevalência de importantes modificações morfofuncionais devem guiar nossos esforços clínicos e acadêmicos. Não existem dados epidemiológicos disponíveis a respeito da prevalência do fenótipo facial hiperdivergente na população brasileira.

Nos EUA, quando considerados todas as raças, idades e gêneros, a oclusão normal é prevalente em aproximadamente 30% na população. Aproximadamente 50-55% da população apresenta Classe I. Classe II é prevalente em aproximadamente 15% da população (em aproximadamente 23% das crianças, 15% dos adolescentes e 13% dos adultos). E Classe III é prevalente em aproximadamente 01% da população.⁶

Especificamente, indivíduos nos EUA que apresentam maloclusões extremas (Classe II ou Classe III), e para as quais o tratamento ortodôntico é limitrofe de uma intervenção cirúrgica, correspondem a 04% da população. Desses, a Classe II é muito mais prevalente do que a Classe III. E apenas 01% apresenta mordida aberta severa, característica que, potencialmente, está associada ao fenótipo facial hiperdivergente.⁶ Assim, sabe-se que indivíduos considerados hiperdivergentes são raros. Todavia, o grau de complexidade de suas características morfofuncionais e a falta de possibilidades terapêuticas eficazes são, na mesma proporção, desafiadores.

O complexo fenótipo facial hiperdivergente é estabelecido precocemente e, se não houver intervenção terapêutica, permanece até a idade adulta. Características verticais como mordida aberta (ou mordida profunda) podem ser identificadas em indivíduos de 04 anos de idade.⁷ A inclinação aumentada do plano mandibular pode ser observada em indivíduos a partir de 06 anos de idade, e é confirmada quando esses mesmos indivíduos tiverem 15 anos de idade.⁸ Em concordância, displasias verticais (hiperdivergência ou hipodivergência) são mantidas em 75%-86% dos indivíduos, quando acompanhados dos 10 aos 15 anos de idade.⁹ Os atributos morfofuncionais que compõem o fenótipo facial hiperdivergente são patognomônicos.

A desproporção entre a altura facial anterior e a altura facial posterior e o grau de divergência aumentado entre os planos horizontais da face, proposto por Sassouni,¹⁰ caracterizam tal desarmonia facial. Essa composição morfológica deve-se à falta de crescimento dentoalveolar na região posterior, especialmente na mandíbula, e à falta de crescimento em altura do ramo mandibular, combinados com rotação mandibular verdadeira no sentido horário. O côndilo mandibular, que apresenta certa flexibilidade adaptativa devida à sua cartilagem secundária, em pacientes hiperdivergentes retrognatas apresenta a direção de crescimento mais para cima e para trás. O ângulo goniaco, caracteristicamente aberto em pacientes hiperdivergentes, é resultado do deficiente crescimento em altura do ramo mandibular, do padrão de crescimento do côndilo mandibular e das alterações verticais do complexo dentoalveolar posterior, diretamente relacionados com a supraerupção dos molares superiores e falta de erupção dos molares inferiores (compare as Figuras 1A e 1B). Assim, torna-se evidente que o principal fator envolvido na constituição do fenótipo facial hiperdivergente é a alteração morfofuncional na mandíbula, cuja postura muscular é diretamente influenciada pelo padrão de respiração e mastigação desses indivíduos.

Não há dúvida que o padrão de respiração e o desenvolvimento do fenótipo facial hiperdivergente estão correlacionados. No padrão de respiração normal (nasal), o ar inspirado é filtrado e aquecido, e a língua se mantém em contato com o palato, estimulando o cres-



FIGURA 1A
Cefalograma de indivíduo normal



FIGURA 1B
Cefalograma de indivíduo com fenótipo facial hiperdivergente

cimento transversal da maxila. Por outro lado, no padrão de respiração bucal, as vias aéreas superiores encontram-se parcialmente ou totalmente obstruídas, diminuindo a capacidade aeróbica. O indivíduo abre a boca para respirar e a língua posiciona-se para baixo.

Os artigos de Linder-Aronson¹¹, Kerr *et al.*¹² e Arun *et al.*¹³ descrevem que quando o tecido adenoideano apresenta-se hipertrofiado há significativa obstrução da via aérea superior, com consequências evidentes para o desenvolvimento esquelético e dentário do indivíduo. Os mesmos fenômenos foram descritos por Behlfelt *et al.*¹⁴ quando as amígdalas estão hipertrofiadas, por Lowe *et al.*¹⁵ quando os indivíduos apresentam apnéia do sono e por Bresolin *et al.*¹⁶ quando os indivíduos avaliados apresentam rinite alérgica. Resolvendo-se os problemas respiratórios, a face, e principalmente

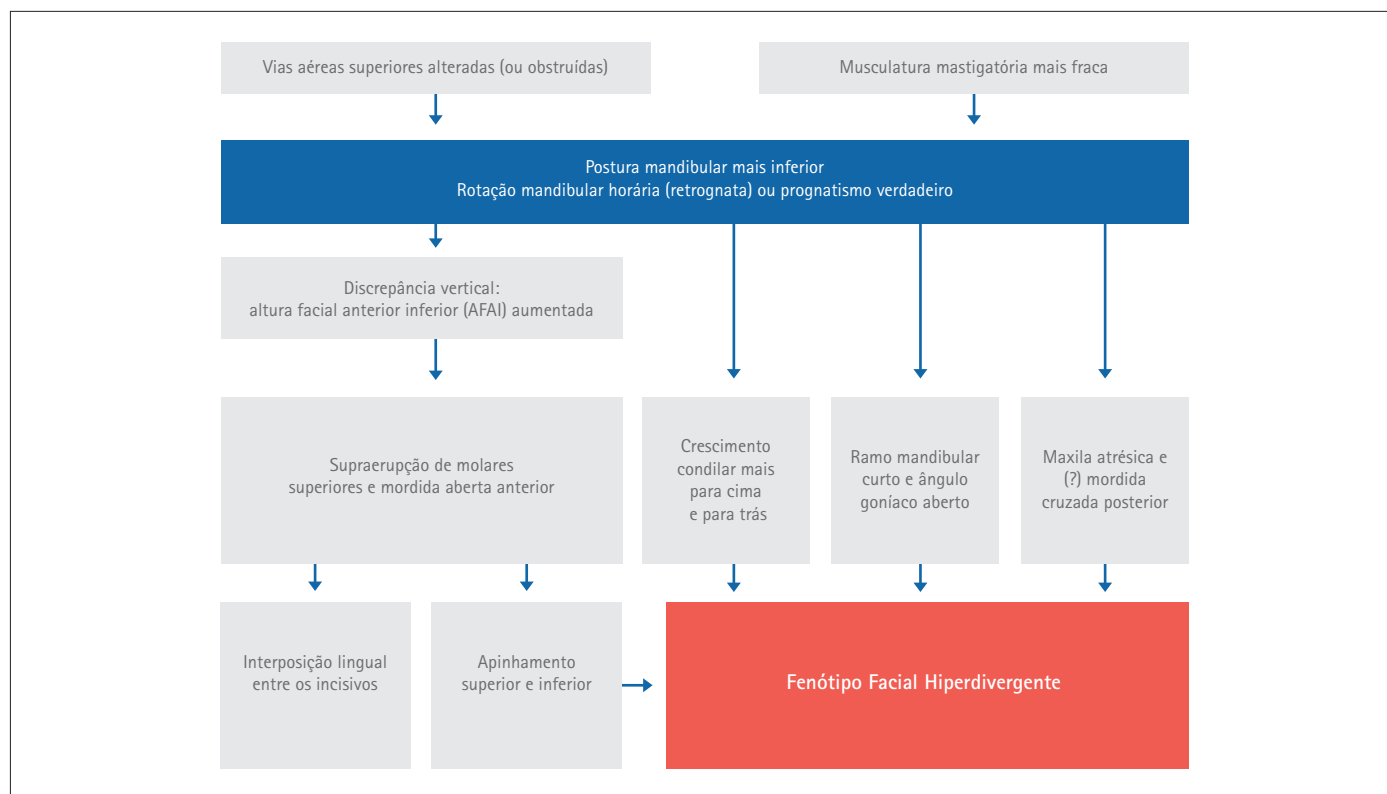


DIAGRAMA 1
Correlações morfológicas e funcionais, e suas consequências estéticas

a mandíbula, tende a retomar seu crescimento normal.^{17,18}

A postura muscular mandibular, não menos relevante, é o segundo fator a ser considerado. Ela exerce um papel fundamental na modelagem morfofuncional da face. Para respirar pela boca, o indivíduo posiciona sua mandíbula para baixo, postura que é combinada ou não com a flexão da cabeça e do pescoço para cima. Concomitantemente, a língua é posicionada para baixo e a falta de sua pressão no palato contribui, em concordância com a falta de funcionalidade respiratória nasal, para severa constrição palatina (palato ogival). Os contatos oclusais em molares e a pressão mastigatória tornam-se significativamente mais fracos. Consequentemente, a musculatura do indivíduo hiperdivergente é menor e mais fraca,^{19,20,21} tanto em crianças,²⁰ como em adultos.²¹

A menor demanda muscular e a postura "da boca aberta" alteram o crescimento vertical do complexo dentoalveolar na região de molares, aumentado na maxila e diminuído na mandíbula. Provavelmente a falta de estímulo oclusal permite maior crescimento dentoalveolar na região de molares superiores (extrusão dentária, como na ausência de dentes antagonistas), embora essa relação casual seja apenas uma hipótese. Consequentemente a mandíbula rotaciona no sentido horário e a mordida se abre na região anterior. O *fulcrum* desse padrão de rotação mandibular está nos dentes posteriores. Quando a rotação mandibular verdadeira é normal (anti-horária) o *fulcrum* de rotação está nos dentes anteriores, permitindo crescimento dentoalveolar vertical normal na região dos molares.

A partir deste cenário morfofuncional (Diagrama 1) a língua interpõe-se entre os incisivos, para prover o vácuo necessário para a deglutição. Tal interposição torna-se um hábito parafuncional, perpetuando ou acentuando o desequilíbrio morfofuncional.^{22,23} Essas alterações implicam diretamente em perfis faciais esteticamente menos atraentes,²⁴ como são os perfis convexos de pacientes retrognatas.^{25,26}

É possível se tratar ortodonticamente pacientes com fenótipo facial hiperdivergente retrognata,^{27,28} entretanto, pacientes com fenótipo facial hiperdivergente prognata demandam intervenção cirúrgica ortognática combinada com tratamento ortodôntico.

O estabelecimento do fenótipo facial hiperdivergente, como no exemplo clínico apresentado, uma garota de 15 anos de idade (Figuras 2A, 2B e 2C), segue uma sequência de eventos morfofuncionais severos, difícil de ser controlada ou revertida.^{29,30} A mordida torna-se aberta na parte anterior (Figuras 3A, 3B e 3C) e eventualmente cruzada na parte posterior.

DISCUSSÃO

Um modelo lógico, mesmo não totalmente comprovado por evidências científicas, descreve o estabelecimento do perfil facial hiperdivergente. Neste modelo acadêmico, o escopo genético está separado do escopo funcional.

A herança genética sofre influências epigenéticas e ambientais. Indivíduos com tendência a apresentar uma face longa (dito padrão genético hiperdivergente), mesmo sem ser possível se



FIGURA 2A
Exemplo de fenótipo facial
hiperdivergente (vista lateral)



FIGURA 2B
Exemplo de fenótipo facial
hiperdivergente (vista frontal em repouso)



FIGURA 2C
Exemplo de fenótipo facial
hiperdivergente (vista frontal sorrindo)



FIGURA 3A
Exemplo de mordida aberta anterior (vista lateral direita)



FIGURA 3B
Exemplo de mordida aberta anterior (vista frontal)



FIGURA 3C
Exemplo de mordida aberta anterior (vista lateral esquerda)

mensurar se essa tendência é significativa ou não, apresentam características faciais marcantes. A expressão fenotípica das características faciais ocorre cedo, por volta de 4 anos de idade, quando as influências epigenéticas e ambientais ainda não incidiram por um período suficientemente longo e/ou de uma forma suficientemente intensa. A tendência fenotípica pode se perpetuar, ou se agravar, até a fase de adolescência e idade adulta, independentemente do contexto ambiental ao qual o indivíduo é submetido.

O contexto funcional alterado leva a alterações morfológicas importantes, sem se excluir a possibilidade inversa, de que alterações morfológicas primárias provoquem alterações funcionais. Didaticamente as descrevemos como fenômenos distintos, mas elas são concomitantes e interdependentes. Esse artigo aborda apenas o padrão respiratório e mastigatório, sem considerar, por exemplo, a deglutição e a fonação. Assumindo-se que as duas principais alterações funcionais são a respi-

ração bucal e a mastigação fraca e ineficiente, descrevemos suas consequências alterações morfológicas e seus prejuízos estéticos.

Estética é, muitas vezes, a queixa principal do/a paciente quando busca soluções terapêuticas. Neste caso, desarmonia estética é devida a: a) face fina e alongada; b) mandíbula "não-marcada" na parte posterior, em virtude do ângulo goníaco aberto e da falta de robustez da musculatura mastigatória (especialmente do músculo masseter); c) inadequada exposição gengival maxilar, frequentemente excessiva; d) arcadas, especialmente a superior, em forma de "V" ao invés de "U"; e) ausência de sorriso amplo e aberto; f) corredores bucais amplos (e escuros); g) projeção anterior dos incisivos superiores, com overjet (sobressaliência) aumentado; h) falta de contato interincisivos; i) frequente apinhamento, principalmente na arcada inferior; j) interposição lingual e; k) desarmonia entre "estética branca" (dentes) e "estética vermelha" (gengiva), já que a vestibularização dos incisivos superiores impede adequada reflexão de luz e seu "domínio estético" no quadro do sorriso.

CONCLUSÃO

A dimensão vertical é fundamental para a harmonia facial. Durante a fase de crescimento, a mandíbula sofre rotação, que determina sua projeção mentoniana, de acordo com o padrão de crescimento de cada indivíduo e o contexto funcional ao qual o indivíduo é submetido.

A constituição morfológica de maxilares displásicos, como ma-

xila estreita ou mandíbula retroposicionada, é diretamente influenciada por estímulos epigenéticos e ambientais. Essa flexibilidade biológica, certamente limitada e seletiva, é a faculdade tecidual que permite ações terapêuticas eficazes nas áreas de Ortodontia e Ortopedia Funcional dos Maxilares. Intervenções terapêuticas que, quando apropriadas, podem corrigir o binômio forma-função, do complexo dentoalveolar e de seu envelope neuromuscular.

O tratamento de indivíduos com fenótipo facial hiperdivergente retrognata é provavelmente o desafio máximo da Ortodontia. E se a especialidade pretende alcançar êxito terapêutico nesses casos, o aprofundamento epistemológico em suas áreas primárias e conexas nunca será demais.

APLICAÇÃO CLÍNICA

Com as informações apresentadas, os profissionais podem eleger, baseando-se em evidências, o protocolo clínico (ou cirúrgico) mais apropriado para o tratamento de pacientes com fenótipo facial hiperdivergente. Bom conhecimento das premissas básicas e das limitações terapêuticas é fundamental para fazê-lo.

AGRADECIMENTO

Agradecemos ao Professor Doutor Peter H. Buschang (*Professor Regent - Department of Orthodontics - Baylor College of Dentistry, Dallas, Texas, USA*) pela sua inesgotável contribuição às nossas formações profissionais.

REFERÊNCIAS

- Schudy FF. Vertical growth versus anteroposterior growth as related to function and treatment. *Angle Orthod* 1964;34(2):75-93.
- Björk A, Skieller V. Normal and abnormal growth of the mandible. A synthesis of longitudinal cephalometric implant studies over a period of 25 years. *Eur J Orthod* 1983;5(1):1-46.
- Fields HW, Proffit WR, Nixon WL, Phillips C, Stanek E. Facial pattern differences in long-faced children and adults. *Am J Orthod Oral Surg* 1984;85(3):217-223.
- Arnett GW, Bergman RT. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning. Part I. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;103(4):299-312.
- Arnett GW, Bergman RT. Facial keys to orthodontic diagnosis and treatment planning. Part II. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;103(5):395-411.
- Proffit WR, Fields HW Jr, Moray LJ. Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment need in the United States: estimates from the NHANES III survey. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg* 1998;13(2):97-106.
- Nanda SK. Patterns of vertical growth in the face. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988;93(2):103-116.
- Buschang PH, Sankey W, English JD. Early treatment of hyperdivergent open-bite malocclusions. *Semin Orthod* 2002;8(3):130-140.
- Jacob HB, Buschang PH. Vertical craniofacial growth changes in French-Canadians between 10 and 15 years of age. *Am J Orthod* 2011;139(6):797-805.
- Sassouni V, Nanda SK. Analysis of dentofacial vertical proportions. *Am J Orthod* 1964;50(4):273-282.
- Linder-Aronson S. Adenoids. Their effect on mode of breathing and nasal airflow and their relationship to characteristics of the facial skeleton and the dentition. A biometric, rhino-manometric and cephalometro-radiographic study on children with and without adenoids. *Acta Otolaryngol Suppl* 1970;265(1):1-132.
- Kerr WJS, McWilliam JS, Linder-Aronson S. Mandibular form and position related to changed mode of breathing - a five year longitudinal study. *Angle Orthod* 1989;59(2):91-96.
- Arun T, Isik F, Sayinsu K. Vertical growth changes after adenoidectomy. *Angle Orthod* 2003;73(2):146-150.
- Behlfelt K, Linder-Aronson S, McWilliam J, Neander P, Laage-Hellman J. Cranio-facial morphology in children with and without enlarged tonsils. *Eur J Orthod* 1990;12(3):233-243.
- Lowe AA, Santamaria JD, Fleetham JA, Price C. Facial morphology and obstructive sleep apnea. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1986;90(6):484-491.
- Bresolin D, Shapiro PA, Shapiro GG, Chapko MK, Dassel S. Mouth breathing in allergic children: its relationship to dentofacial development. *Am J Orthod* 1983;83(4):334-340.
- Linder-Aronson S, Woodside DG, Lundstrom A. Mandibular growth direction following adenoidectomy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1986;89(4):273-284.
- Woodside DG, Linder-Aronson S, Lundstrom A, McWilliam J. Mandibular and maxillary growth after changed mode of breathing. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991;100(1):1-18.
- Ueda HM, Ishizuka Y, Miyamoto K, Morimoto N, Tanne K. Relationship between masticatory muscle activity and vertical craniofacial morphology. *Angle Orthod* 1998;68(3):233-238.
- Garcia-Morales P, Buschang PH, Throckmorton GS, English JD. Maximum bite force, muscle efficiency and mechanical advantage in children with vertical growth patterns. *Eur J Orthod* 2003;25(3):265-272.
- Ingervall B, Minder C. Correlation between maximum bite force and facial morphology in children. *Angle Orthod* 1997;67(6):415-422.
- Proffit WR, Fields HW, Nixon WL. Occlusal forces in normal- and long-face adults. *J Dent Res* 1983;62(5):566-570.
- Varrela J. Dimensional variation of craniofacial structures in relation to changing masticatory-functional demands. *Eur J Orthod* 1992;14(1):31-36.
- Naini FB, Donaldson AN, McDonald F, Cobourne MT. Influence of chin height on perceived attractiveness in the orthognathic patient, layperson, and clinician. *Angle Orthod* 2012;82(1):88-95.
- Czarnecki ST, Nanda RS, Currier GF. Perceptions of a balanced facial profile. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1993;104(2):180-187.
- Maple JR, Vig KW, Beck FM, Larsen PE, Shanker S. A comparison of providers' and consumers' perceptions of facial-profile attractiveness. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2005;128(6):690-696.
- Buschang PH, Carrillo R, Rossouw PE. Orthopedic correction of growing hyperdivergent, retrognathic patients with miniscrew implants. *J Oral Maxillofac Surg* 2011;69(3):754-762.
- Buschang PH, Jacob HB, Chaffee MP. Vertical control in Class II hyperdivergent growing patients using miniscrew implants: a pilot study. *J World Federation Orthod* 2012;1(1):e13-e18.
- Buschang PH, Jacob HB, Carrillo R. The morphological characteristics, growth, and etiology of the hyperdivergent phenotype. *Semin Orthod* 2013;19(4):212-226.
- Buschang PH, Jacob HB. Mandibular rotation revisited: what makes it so important? *Semin Orthod* 2014;20(4):299-315.