

Revisión de tema

# Cíngulo dental: Revisión de la literatura.

## Dental cingulum: Literature review.

Sandra MORENO<sup>1</sup>, Freddy MORENO<sup>2</sup>

1. Odontóloga, Magister en Ciencias Biomédicas, Profesora Facultad de Ciencias de la Salud de la Pontificia Universidad Javeriana (Cali, Colombia), Profesora Escuela de Odontología de la Universidad del Valle (Cali, Colombia). 2. Odontólogo, Magister en Ciencias Biomédicas, Profesor Facultad de Ciencias de la Salud de la Pontificia Universidad Javeriana (Cali, Colombia), Profesor Escuela de Odontología de la Universidad del Valle (Cali, Colombia).

### RESUMEN

En el contexto antropológico, se reconoce el cíngulo dental como una estructura que rodea –a manera de un collar de esmalte– toda la corona de los dientes anteriores y posteriores a nivel del tercio cervical, el cual tiene como función proteger los tejidos periodontales de los fragmentos de alimentos durante la masticación, disipar las fuerzas verticales durante la oclusión y servir de plataforma para el desarrollo morfo-genético de algunos rasgos morfológicos dentales. No obstante, en el contexto odontológico, estas funciones del cíngulo resultan incomprendidas, fundamentalmente lo que tiene que ver con el desarrollo de estructuras morfológicas como el tubérculo dental, el surco interrumpido, la cúspide de Carabelli, el paraestilo y el protostilido. Es por ello que esta revisión de la literatura tiene como objetivo poner en contraste el concepto antropológico y el clínico odontológico, ante el desconocimiento del cíngulo dental por la gran mayoría de los profesionales de la salud oral.

**Palabras claves:** Antropología dental, morfología dental, cíngulo dental, rasgos

morfológicos dentales, morfogénesis dental.

### SUMMARY

In the anthropological context, dental cingulum is recognized as a enamel structure that surrounds of all teeth on the cervical third, and which has the function of protecting the periodontal tissues of the fragments of food during mastication, dissipate the vertical forces during occlusion and provide a platform for the morphogenetic development of some dental morphological features. However, in the dental context, these functions of dental cingulum are misunderstood, primarily the development of morphological structures such as the dental tubercle, the interruption groove, the Carabelli trait, the parastyle and the protostylid. That is why this literature review aims to contrast the anthropological and odontological concepts, to the lack of understanding of the dental cingulum by the vast majority of oral health professionals.

**Keywords:** Dental Anthropology, dental morphology, dental cingulum, non-metric dental traits, dental morphogenesis.

### INTRODUCCIÓN

En todos los campos del saber es posible identificar que el conocimiento a través de los años pasa por una gran cantidad de revisiones y puntos de vista particulares y especializados que lo han llevado a la

fragmentación, a tal punto que diferentes especialistas solo toman en cuenta lo que consideran importante para su especialidad dejando de lado otros aspectos que no les resultan del todo útiles.<sup>1</sup>

Por supuesto la odontología no escapa de esta situación, y uno de los mejores ejemplos que ponen en evidencia la fragmentación del conocimiento y la posterior pérdida de información es el estudio de la morfología dental, cuyo interés actual radica exclusivamente en el concepto socio-antropológico de la estética dental –basada en el mejor de los casos en el mantenimiento del equilibrio morfo-funcional del sistema estomatognático– de los individuos, y no en la evolución del sistema masticatorio de las poblaciones humanas.<sup>2</sup>

La importancia morfo-funcional de los dientes en el contexto odontológico inició con las posibilidades terapéuticas de reemplazar los dientes naturales perdidos, por elementos protésicos que tuvieran la posibilidad de cumplir con las funciones del sistema masticatorio lo más parecido posible a las condiciones fisiológicas; con lo cual se estudió la estabilidad morfo-funcional de los contactos inter-oclusales entre los dientes durante los movimientos mandibulares de apertura, lateralidad y cierre. En un inicio fueron un grupo de odontólogos –Monson, Bon Will, Balkwill, von Spee, Christensen, Posselt, Frank, Bennet y Gysy– los que realizaron los primeros estudios que plantearon las primeras teorías

Recibido para publicación: Julio 28 de 2016

Aceptado para publicación: Noviembre 18 de 2016

Correspondencia:

S. Moreno, Pontificia Universidad Javeriana Cali  
smmoreno@javerianacali.edu.co



que llevaron al desarrollo del concepto de oclusión por parte de Hall y Hagman, para que a partir de allí se desarrollaran los modelos morfo-funcionales que propiciaron el surgimiento de las escuelas de la oclusión. Dentro de las más reconocidas se encuentra la Escuela Gnatológica –Stallard, Stuart y McCollum–; la Escuela Escandinava –Arstad, Beyron, Brill, Krogh-Poulsen y Posselt–; la Escuela Libertad en Céntrica –Pankey, Mann y Schuyler–; y la Escuela neuromuscular –Jankelson, Swain y Crane–. Sin embargo, el estudio se centró en la morfo-fisiología de la articulación temporomandibular, en la distribución de los contactos en los bordes incisales de los dientes anteriores y en las superficies oclusales de los dientes posteriores a través de los determinantes de la morfología, los cuales se centraron en el deslizamiento de las cúspides desde las fosas a través de los surcos de desarrollo durante los movimientos mandibulares de apertura y lateralidad desde la máxima inter-cuspidación, dejando de lado el estudio de las demás características morfológicas de los dientes.<sup>3,4</sup>

Simultáneamente, pero de forma independiente, un grupo de biólogos y paleontólogos naturalistas y evolucionistas–Darwin, Lyell, Cuvier, Owen, Huxley, Cope, Osborn, Flower y Gregory– dieron inicio a los estudios sobre la anatomía de los dientes, los cuales condujeron al surgimiento de la antropología dental como disciplina de estudio. No obstante, algunos odontólogos como Fouchard, Hunter, Black, Carabelli y Amoedo realizaron valiosos aportes en el estudio biológico de la dentición humana. Posteriormente, los antropólogos físicos –Hrdlička, Campbell, Beg, Shaw, Dahlberg y Hellman– centraron su atención en los dientes como material potencial de información biológica, contribuyendo a la descripción morfo-métrica de los dientes humanos. De allí y con el posicionamiento de la biología y la genética, diferentes biólogos naturalistas –Brace, Butler, Kraus y Gregory– respaldaron en paralelo el desarrollo evolutivo de la dentición humana. Es así como, una vez reconocida la importancia del estudio estandarizado

de las variaciones morfológicas, métricas, patológicas, terapéuticas y culturales de los dientes, algunos antropólogos dentales –Lovejoy, Brothwell, Turner, Hanihara K, Hanihara T, Zoubov, Morris, Townsend y Rodríguez JV– clasificaron las poblaciones humanas pasadas y presentes, analizaron la micro-evolución dental de los vertebrados, correlacionaron la dentición de los primates y los homínidos fósiles y comprendieron la macroevolución (poblamiento, migraciones, desplazamientos, aislamientos y mestizaje) de los grupos humanos. De esta forma y con el desarrollo de la histología y la embriología dental, especialistas en biología molecular –Ten Cate, Berkovitz, Radlanski, Jernval, Thesleff y Heikinheimo– han descrito la manera como se forman las cúspides dentales durante la odontogénesis, corroborando las diferentes teorías evolutivas sobre la conformación de los patrones de la morfología de los dientes. Finalmente, el trabajo conjunto de antropólogos, biólogos y odontólogos –Alt, Walker, Haeussler, Mayhall, Hillson, Lukacs, Buikstra, Corrucini, Cucina, Irish, Harris, Edgar, Guatelli-Steinberg, Moreno S, Moreno F, Delgado y Rodríguez CD– ha permitido fortalecer metodológicamente la vigencia y aplicación de la investigación en morfología dental dentro de los contextos antropológico, odontológico y forense.<sup>2,5-8</sup>

Sin embargo, y pese a todo este desarrollo, es poco lo que la investigación en antropología dental ha permeado la práctica clínica odontológica, asociado fundamentalmente a la focalización del estudio de la morfología dental de odontólogos para odontólogos hacia el impacto clínico, fundamentado en que la alteración patológica o por trauma de la morfología dental tiene un compromiso estético, y a que las mismas características morfológicas han sido consideradas como uno de los factores etiológicos de la caries dental y la enfermedad periodontal dada la alta proclividad de retener restos alimenticios y favorecer la formación de placa bacteriana.<sup>9-10</sup>

Una de las características morfológicas que cumple las anteriores condiciones, de

poca o ninguna importancia en el contexto odontológico, pero de amplio estudio en el contexto biológico y antropológico, es el cíngulo dental. Esta estructura morfológica desconocida o incomprendida por muchos odontólogos, se constituye en el punto de origen histo-embriionario asociado a diferentes rasgos morfológicos dentales de expresión negativa y positiva, dentro de los cuales se destacan el tubérculo dental, el surco interrumpido, la cúspide de Carabelli, el paraestilo y el protostilido. Es por ello que el objetivo de esta revisión de la literatura se pone en contraste el concepto antropológico y el clínico odontológico, ante el desconocimiento del cíngulo dental por la gran mayoría de los profesionales de la salud oral.

## CÍNGULO DENTAL

La Real Academia Española en su diccionario define al cíngulo (Del latín *cingulum*: cinturón; *cingere*: ceñir) como un cordón o cinta de seda o de lino, con una borla en cada extremo, que sirve para ceñirse el sacerdote el alba. El diccionario dental Mosby define el cíngulo dental como la porción de esmalte que forma una protuberancia convexa en el tercio cervical de la superficie palatina y lingual de la corona anatómica de los dientes incisivos y caninos superiores e inferiores respectivamente; de tal forma que en el contexto odontológico el cíngulo se constituye en una estructura morfológica exclusiva de los incisivos y caninos –como clase– de la dentición humana. Sin embargo desde finales del siglo XIX, el cíngulo fue definido como un puente de esmalte –a manera de un collar– que en el tercio cervical conecta la base de los lóbulos de los dientes anteriores y de las cúspides de los dientes posteriores, para proteger los tejidos gingivales de las posibles injurias ocasionadas por fragmentos de alimentos duros durante la masticación de los mamíferos.<sup>11</sup> Esta función original relacionada con la protección gingival de los mamíferos primitivos, fue complementada posteriormente con la conformación del molar tribosfénico en donde el cíngulo se constituyó en un refuerzo estructural para disipar las

fuerzas generadas durante la oclusión desde las cúspides.<sup>12</sup> Por tanto, el cíngulo dental configura macro-estructuralmente una protuberancia convexa en la superficie palatina y lingual de incisivos y caninos superiores e inferiores, y una plataforma bien desarrollada que rodea el tercio cervical en los molares superiores e inferiores.<sup>13,14</sup>

## ORIGEN DEL CÍNGULO EN LOS MAMÍFEROS DE ACUERDO A LA TEORÍA MULTITUBERCULAR

Inicialmente, Cope propuso un modelo con los posibles mecanismos evolutivos que guiaron la forma y posición de las cúspides de los dientes posteriores, específicamente los dientes molares, de los mamíferos.<sup>15</sup>

Posteriormente Osborn diseñó la nomenclatura de las cúspides de acuerdo a su origen y posición, de allí que dicho modelo sea reconocido en la actualidad como la teoría tritubercular de Cope-Osborn. La nomenclatura paleontológica empleada denota el nombre en griego de las cúspides principales con un prefijo de posición (meta, para, hipo, ento, para) y un sufijo que para los molares superiores es *ono* y para los inferiores es *ido*. Por ejemplo, *protocono* si es superior o *protocónido* si es inferior. Para el caso de las cúspides paramolares de los dientes molares, estas se denominan con el prefijo de acuerdo a la cúspide donde su ubiquen más el sufijo *estilo* si son superiores o *estílido* si son inferiores. Por ejemplo, el *protostilo*, que corresponde a un estilo desarrollado desde el *protocono*, ampliamente reconocido como *cúspide de Carabelli*, o *protostílido* para el caso del *protocónido*.<sup>16</sup> Finalmente Kraus, a través de estudios de embriología comparada, le dio un mayor soporte científico a la teoría al demostrar que “si una cúspide aparece más temprano en la evolución, también debe aparecer más temprano en la embriología”, por lo menos en el caso de los molares inferiores.

Es así como la teoría tritubercular explica la evolución filogenética de las cúspides de los molares a partir de cuatro etapas o estadios de desarrollo:

1. Una primera etapa haplodonte o estadio reptílico en donde los numerosos dientes consisten en conos uni-cuspídeos o mono-cuspídeos de tipo protodonte (al cono único se le denomina *protocono* –del griego *proto*, la más antigua–).<sup>16,18,19</sup>
2. Una segunda etapa triconodonte o estadio mamíferoide primitivo en donde los dientes posteriores denotan el desarrollo de tres cúspides alineadas en sentido antero-posterior. A la cúspide evolutivamente originaria o *protocono*, le surgen dos cúspides de tamaño menor en mesial (*paracono* –del griego *para*, al lado de–) y en distal (*metacono*, –del griego *meta*, en medio o detrás de–). Estas tres cúspides conformarían la estructura dental más antigua que en conjunto es denominada *trígono* para los molares maxilares y *trigónido* para los molares mandibulares.<sup>16,18,19</sup> Se ha descrito que los *trinaxodontos*, mamíferos primitivos *cinodontos* con dientes *triconodontos*, *tecodoncia* (articulación dentoalveolar sin ligamento periodontal) y *polifiodoncia* (múltiples denticiones), evidencia el desarrollo de un incipiente cíngulo alrededor de toda la corona de los dientes anteriores y posteriores, el cual ha sido asociado como la plataforma de formación de crestas y puntos de contacto de cizallamiento adicionales entre los dientes opuestos y punto de origen morfogénético de las futuras cúspides durante la evolución.<sup>21</sup> Sin embargo, de acuerdo a los estudios sobre la evolución de los mamíferos, la primera descripción del cíngulo dental morfo-funcional se realizó en los *Morganucodontos*, mamíferos *cinodontos* caracterizados por tener dientes molares *triconodontos* –en un paso más avanzado denominado *pretritubercular*–. El cíngulo se encontraba de forma completa rodeando los molares superiores y en parcial las superficies vestibulares de los molares inferiores, de tal forma que al ocluir los molares inferiores se deslizaban hacia palatino permitiendo

el movimiento de cizalla para cortar los alimentos, de tal forma que existía un aumento de carga en las cúspides palatinas de los molares superiores y de las cúspides vestibulares de los molares, de allí que se piense que además de proporcionar protección gingival el cíngulo se constituía en una estructura de refuerzo para reducir las fuerzas compresivas oclusales, ya que siendo aprismático, era mucho más grueso.<sup>22</sup>

3. Una tercera etapa tritubercular o estadio triangular en donde aumenta de tamaño el diente y las cúspides nuevas rotan para permitir el surgimiento de una serie crestas o *lofos* que conectan las tres cúspides originales entre sí. En los molares superiores, las cúspides *paracono* y *metacono* se desplazaron hacia vestibular de modo que el *protocono* quedó en lingual; y en los molares inferiores, el *paracono* y el *metacono* se desplazaron hacia lingual quedando el *protocono* en vestibular. Esta configuración de triángulos invertidos permitió que los molares se interdigitaran entre sí, y, a partir del deslizamiento de las superficies proximales (bordes mesial y distal de *trígonos* y *trigónidos*) durante el cierre de la mandíbula, se pudieran cortar, trocear y moler los alimentos. De allí que se haya empleado el término *tribosfénico* –del griego *tribein*, friccionar, y *sphen*, con forma de cuña–.<sup>16,18,19</sup> En mamíferos *simetodontos* con dientes molares *multicuspidos*, se hace evidente la ausencia de cíngulo, lo cual ha sido asociado a que durante la morfogénesis dental las cúspides se originan de dicha plataforma y se levantan hacia la superficie oclusal, y a que el esmalte constituido por prismas disminuye su grosor en el tercio cervical; con esto, la absorción de las fuerzas de la masticación queda reducida a la superficie oclusal durante los movimientos de cizallamiento –específicamente a la relación entre las cúspides y las fosas funcionales, a la posición de los dientes en el eje axial, al desarrollo del ligamento periodontal

en la articulación dento-alveolar y a la bifiodoncia (dos denticiones)– y la protección de los tejidos gingivales le corresponde al aumento de contorno de los tercios medio vestibular, palatino y lingual –perfil de emergencia–.<sup>23,24</sup>

4. Una cuarta y última etapa cuadrítubercular o estadio mamífero en donde el trígono de los molares superiores fue complementado por una cúspide adicional derivada del cíngulo lingual y posicionada distolingual del protocono, a la que se le denominó hipocono y que constituye el talón o parte más nueva de los molares. En los inferiores, el paracónido se perdió, de tal forma que el trigónido quedó conformado por dos cúspides (protocónido y metacónido) situados en vestibular y lingual respectivamente. Posteriormente, surgió el talónido originalmente por debajo del plano oclusal, conformado por el hipocónido en vestibular y el entocónido en lingual, los cuales entraron en oclusión con estructuras del antagonista.<sup>16,18,19</sup> De esta etapa y de acuerdo a las exigencias funcionales de la dieta –principalmente del procesamiento de los alimentos durante la masticación– se desarrollaron diversos patrones en el número, tamaño y forma de las cúspides, de tal forma que se han descrito dientes molares bunodontos con coronas bajas y cúspides redondeadas útiles en una dieta omnívora –de este tipo son los molares humanos–; dientes molares con coronas bajas características de mamíferos herbívoros tipo lofodonto con cúspides aisladas conectadas por crestas transversales y tipo selonodonto con cúspides conectadas por crestas longitudinales; dientes molares secodontos con cúspides altas, filosas y puntiagudas propias de los mamíferos carnívoros; y dientes molares lambdadontos característicos de los mamíferos insectívoros con una cúspide e forma de “V” del tipo zalambdadonto o con dos cúspides en forma de “V” del tipo dilambdadonto.<sup>19,25</sup>

En los mamíferos actuales, específicamente los carnívoros, insectívoros y primates, el cíngulo se mantuvo como un collar en el tercio cervical de la superficie palatina de los molares superiores y de la superficie vestibular de los molares inferiores, con sus funciones morfo-funcionales de protección de los tejidos gingivales y mecano-transducción de fuerzas.<sup>22</sup> En la actualidad, los estudios genéticos en modelos murinos han podido demostrar lo sugerido inicialmente por Kraus<sup>17</sup> y Butler,<sup>26</sup> en donde el desarrollo morfogenético de los dientes y la formación de las cúspides a partir de los nudos de esmalte producto de las interacciones epitelio-mesenquimáticas, mantiene el patrón macro-evolutivo de ordenamiento en la aparición, forma y número de las cúspides explicado en el modelo evolutivo de la teoría tritubercular.<sup>27</sup> De esta forma, los nudos de esmalte que van a dar origen a cada cúspide se organizan durante la odontogénesis de la misma forma como evolutivamente las cúspides fueron apareciendo, el nudo de esmalte primario dará origen al protocono y nudos de esmalte secundarios darán origen en su respectivo orden al paracono, al metacono y finalmente al hipocono.<sup>28,29</sup>

### EL CÍNGULO EN LOS DIENTES HUMANOS

De acuerdo a la teoría tritubercular, existe un collar de esmalte denominado cíngulo (dientes superiores) o cíngulido (dientes inferiores) que circunscribe, a la altura del tercio gingival, la corona de todos los dientes a manera de una saliente estilar –*Stylar Shelf*– del cual, durante la odontogénesis, se desarrollan diferentes rasgos morfológicos dentales con expresiones positivas (crestas y cúspides) y negativas (fisuras y fosas) como el talón cuspídeo y los lóbulos que conforman el cíngulo mismo en los dientes anteriores; y los denominados tubérculos o cúspides paramolares (paraestilos en molares superiores y paraestilidos en molares inferiores) presentes en las superficies vestibulares, palatinas o linguales de los molares superiores e inferiores respectivamente, como es el caso del protoestilo

–cúspide de Carabelli–, el paraestilo y el protostilido.<sup>16,18,19</sup>

### El caso del tubérculo dental

El talón cuspídeo es un rasgo morfológico que fue clasificado –de forma errónea– en el contexto odontológico por Mitchel en 1892 como una anomalía, la cual consiste en una estructura positiva (cresta, tubérculo o cúspide) que surge desde el cíngulo vestibular, palatino o lingual hacia el borde incisal por el centro de la superficie vestibular, palatina o lingual, respectivamente, de los incisivos centrales y laterales, superiores e inferiores, temporales y permanentes;<sup>30-33</sup> no sólo en los primates modernos –incluidos los seres humanos–, sino también en algunas especies de homínidos extintos como *H. erectus* y *H. neanderthalensis*.<sup>34</sup> Desde allí, para describir el rasgo morfológico se han empleado diferentes nombres, entre los que se encuentran cíngulo hiperplásico, cíngulo cuspídeo, cíngulo pseudocuspídeo, cúspide accesoria, cúspide supernumeraria, tubérculo dental, tubérculo lingual, tubérculo lingual supernumerario, diente en forma de T, cúspide en garra (*eagle's talon*), cúspide en garra labial (si se expresa en la superficie vestibular), diente evaginado (*dens evaginatus*), diente evaginado anterior, odontoma evaginado, talón cuspídeo palatino o lingual y talón cuspídeo facial (si se expresa en la superficie vestibular); sin embargo se sugiere que este tipo de estructura sea denominada talón cuspídeo, nombre designado por Mellor y Ripa en 1970.<sup>35</sup>

Ya en el contexto antropológico, en la misma región del cíngulo en donde se ha descrito el talón cuspídeo, se desarrolla un rasgo morfológico dental denominado tubérculo dental, descrito como una estructura en la región cervical de incisivos y caninos superiores e inferiores temporales y permanentes que varía desde una eminencia sin ningún relieve hasta una cúspide con ápice libre.<sup>8</sup> Por tanto, al unificar ambas estructuras, se puede concluir que el talón cuspídeo es la expresión extrema del tubérculo dental, de tal forma que corresponde al

**Tabla 1.** RMDC relacionados con el cíngulo

Rasgo	Gradación	Grados de expresión		Método de referencia
		Rango	Presencia	
Tubérculo dental	0. Ausente 1. Cíngulo con forma de un pequeño lomo 2. Lomo de tamaño mediano 3. Lomo bien desarrollado 4. Lomo fuertemente pronunciado 5. Pequeña cúspide sin ápice libre 5A. Cúspide mediana con ápice libre 6. Cúspide grande con ápice libre	0-6	5-6	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991) <sup>36</sup>
Surco interrumpido	0. Ausente 1. Surco interrumpido en el reborde mesio-lingual 2. Surco interrumpido en el reborde disto-lingual 3. Surco interrumpido en ambos rebordes 4. Surco interrumpido en la región medial del cíngulo	0	1-5	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991) <sup>36</sup>
Cúspide de Carabelli	0. Ausente 1. Surco presente 2. Fosa presente 3. Pequeña depresión en forma de Y 4. Gran depresión en forma de Y 5. Cúspide pequeña 6. Cúspide mediana 7. Cúspide de vértice libre	0-7	2-7	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991) <sup>36</sup>
Paraestilo	0. Ausente 1. Fosa vestibular 2. Pequeña cúspide con vértice romo Cúspide de tamaño mediano con vértice libre 4. Cúspide grande con vértice libre 5. Cúspide muy grande con vértice libre	0-5	2-5	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991) <sup>36</sup>
Protostílido	0. Ausente 1. Fosa (foramen secum) 2. Surco vestibular curvado a distal 3. Surco distal desde surco vestibular 4. Surco más pronunciado 5. Surco fuerte 6. Surco cruza superficie vestibular 7. Cúspide de vértice libre	0-7	2-7	ASUDAS Turner <i>et al.</i> (1991) <sup>36</sup>

grado 6—cúspide grande con ápice libre—de la placa de referencia UII tuberculum dentale del sistema universal de observación y análisis de la morfología dental de la *Arizona State University Dental Anthropology System* (ASUDAS) (Tabla 1, Figura 1). Esta clasificación también se puede aplicar a los incisivos centrales y caninos superiores con fines de clasificaciones poblacionales, aunque el centro morfogenético de este rasgo morfológico parece encontrarse en los incisivos laterales superiores.<sup>36</sup>

Su formación durante la morfogénesis dental como cúspide adicional de refuerzo o forma anormal aún es desconocida; no obstante, su desarrollo se ha asociado a la hiperactividad de la lámina dental por expresión irregular de los genes PAX y MSX.<sup>37</sup>

Bajo esta hipótesis, el epitelio interno del órgano del esmalte prolifera de forma anormal y se pliega hacia el retículo estrellado del órgano del esmalte durante la etapa de

campana de la odontogénesis, conformando una hiperplasia focal de células mesenquimáticas subyacentes a la papila dental que se diferencian en ameloblastos y sintetizan esmalte hiperplásico sobre las superficie vestibular, palatina o lingual según corresponda al caso, y teniendo como plataforma la región del cíngulo respectiva.<sup>31,33,38,39</sup>

El crecimiento exofítico de esmalte sobre las superficies de la corona dental se ha definido como tubérculo y parece ser que

cuentan con centros secundarios de señalización independientes –nudos de esmalte secundarios– constituidos por un grupo de células epiteliales que no se diferencian a ameloblastos y que regulan la amelogénesis y la conformación de cúspides individuales de forma tardía.<sup>40-42</sup> Finalmente una vez finalice la morfogénesis de la corona y todos sus rasgos morfológicos, los nudos de esmalte primarios y secundarios resultan inhibidos.<sup>43</sup>

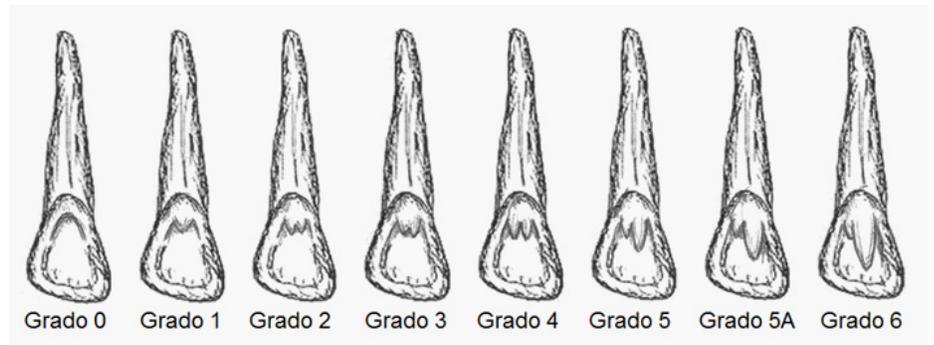
### El caso del surco interrumpido

El surco interrumpido, surco radicular lingual o surco palatino corresponde a un rasgo morfológico negativo que cruza el cíngulo dental desde la fosa palatina hasta llegar a la unión amelocementaria continuándose con cierta frecuencia hacia la raíz. Generalmente se localiza sobre la base de la corona de los incisivos laterales superiores (con mínimas frecuencias en los centrales) asociado a cíngulos lobulados o tubérculos dentales con surcos profundos. In Situ, la parte cervical y radicular del surco se encuentra oculta por el tejido gingival, lo que dificulta su identificación y clasificación.<sup>44-46</sup>

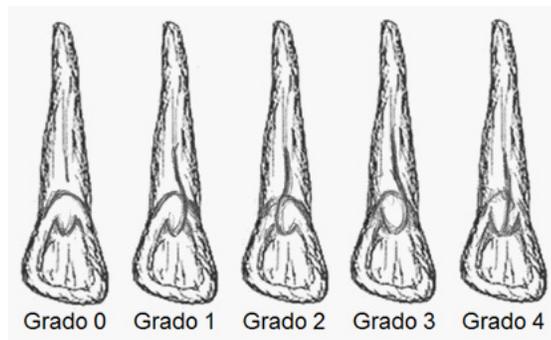
En el contexto antropológico, este rasgo ha sido denominado como surco interrumpido y fue clasificado por Turner en 1967 mediante el sistema ASUDAS (Tabla 1, Figura 2).<sup>36</sup>

La etiología del surco de interrupción se asocia con el desarrollo de las raíces de los dientes durante la morfogénesis una vez se encuentra conformada la corona del diente, de tal forma que los epitelios interno y externo han establecido la vaina epitelial de Hertwig, la cual prolifera en sentido apical desarrollando la o las raíces de cada diente de acuerdo al número de vainas que se hayan formado.<sup>13</sup> A medida que se van formando las raíces, la vaina epitelial de Hertwig se desintegra por la cementogénesis, quedando la dentina radicular cubierta por el cemento desde el esmalte cervical.<sup>47</sup>

En esta región, el esmalte se relaciona con



**Figura 1.** Variabilidad (gradación) de la expresión del tubérculo dental de acuerdo al sistema universal de observación y análisis de la morfología dental ASUDAS.



**Figura 2.** Variabilidad (gradación) de la expresión del surco interrumpido de acuerdo al sistema universal de observación y análisis de la morfología dental ASUDAS.

el cemento a nivel del cuello del diente en un mecanismo de unión denominado amelocementario o cementoadamantino correspondiente a la línea cervical el cual puede ser tres maneras: 1. Cuando hay contacto entre el esmalte y el cemento en un punto bien definido (30% de los casos); 2. Cuando el cemento cubre el borde cervical del esmalte por degeneración prematura del epitelio reducido del esmalte -vaina radicular de Hertwig- (60% de los casos); y 3. Cuando no existe contacto entre ambos tejidos quedando la dentina expuesta, lo cual es debido a la persistencia del epitelio reducido del esmalte (10% de los casos).<sup>10</sup> La hipótesis se asocia con la hiperactividad de nudos de esmalte secundarios en la región del cíngulo palatino, los cuales, además del repliegue del epitelio interno del esmalte, impiden la desintegración de la vaina epitelial de Hertwig alterando el proceso normal de histogénesis radicular en

la curvatura cervical del órgano del esmalte, con lo cual no se desarrolla ligamento periodontal y queda una bolsa periodontal activa.<sup>48</sup> Inclusive, el surco puede extenderse hasta la cámara pulpar comunicándola con el surco periodontal.<sup>49</sup>

Teniendo en cuenta que los dientes con varias raíces deben replegar el epitelio interno del esmalte hacia la papila dental para formar cada raíz, se puede pensar que el surco interrumpido resulta de la formación incompleta de una raíz supernumeraria que podría estar asociada a un tubérculo dental inducido por un nudo de esmalte secundario.<sup>44</sup>

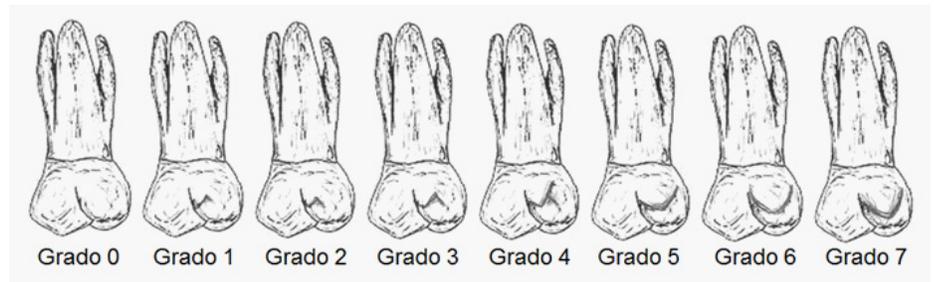
### El caso de la cúspide de Carabelli

La cúspide de Carabelli fue descrita por primera vez por Georg von Carabelli (odontólogo de la corte del emperador de

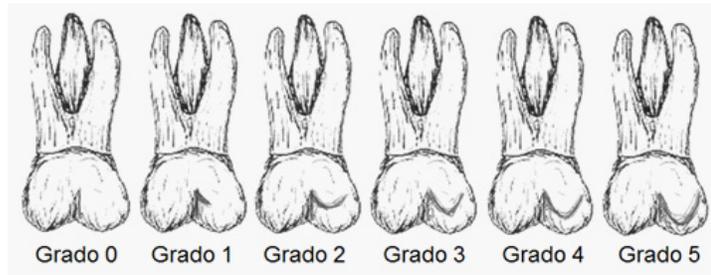
Austria Francisco José I) como un tubérculo anómalo –asociado inicialmente a sífilis congénita– presente en la cúspide mesopalatina de los primeros molares superiores temporales y de los primeros y segundos molares superiores permanentes.<sup>50</sup> Desde allí, diferentes autores han propuesto el comportamiento de este rasgo morfológico, de tal forma que Black asoció la variabilidad de la expresión a los mecanismos de herencia Mendeliana;<sup>51</sup> Dietz definió cuatro categorías para agrupar las expresiones fosa, cresta, lóbulo (o tubérculo) las anomalías de Carabelli;<sup>52</sup> Kraus sugirió su carácter heredable por vía materna,<sup>50</sup> y Dahlberg incluyó el rasgos en los análisis de la morfología dental para el estudio de poblaciones desarrollando la placa de referencia en el *Zollar Laboratory of Dental Anthropology* de la Universidad de Chicago, la cual fue posteriormente incorporada en el sistema ASUDAS (Tabla 1, Figura 3).<sup>36</sup>

Sin embargo, tal como ocurre al correlacionar las cúspides paramolares de los humanos modernos con el cingulo de los homínidos extintos (fundamentalmente con los australopitecinos), no necesariamente una expresión cuspidéa de la cúspide de Carabelli implica el desarrollo del cingulo palatino de los molares superiores, evidenciado en que no siempre está implicada la unión amelodentinaria, lo que significa que la cúspide Carabelli puede estar constituida únicamente por esmalte;<sup>54</sup> por tanto las expresiones cresta, tubérculo y cúspide en los integrantes de la súper-familia Hominiidae (primates bípedos que incluyen cuatro géneros y siete especies vivientes entre las cuales se encuentran humanos, orangutanes, gorilas, chimpancés y bonobos) corresponden a variaciones del cingulo primitivo, mientras que las expresiones fosa, fisura y surco resultan en evidencia residual de las variaciones evolutivas de la quinta cúspide de los molares superiores.<sup>55</sup>

Los estudios de embriología comparada demostraron que la cúspide de Carabelli surgió como una cúspide paramolar derivada del cingulo del protocono de los molares superiores constituida histológicamente por



**Figura 3.** Variabilidad (gradación) de la expresión de la cúspide de Carabelli de acuerdo al sistema universal de observación y análisis de la morfología dental ASUDAS.



**Figura 4.** Variabilidad (gradación) de la expresión del paraestilo de acuerdo al sistema universal de observación y análisis de la morfología dental ASUDAS.

esmalte, como se evidencia en las especies de homínidos del Plio-Pleistoceno; y que posteriormente se separó del protocono para constituir una quinta cúspide con diversa frecuencia y variabilidad morfológica en las poblaciones humanas pasadas y presentes. De igual forma los estudios en genética evidenciaron que las cúspides se forman a partir de un programa de desarrollo poligénico que implica la expresión en cascada de diversos genes, la histogénesis del esmalte y la dentina, y la morfogénesis de la corona de los dientes (en este caso de los molares superiores) durante la odontogénesis. Cada cúspide, incluida la cúspide de Carabelli, surge a partir de centros transitorios de células epiteliales denominados nudos de esmalte, los cuales regulan el modelamiento de cada cúspide en el estadio de campana controlando la expresión de moléculas de señalización a través campos activadores e inhibidores que a su vez controlan el depósito de esmalte y dentina por parte de los ameloblastos y odontoblastos respectivamente.<sup>28</sup>

Inicialmente, los molares superiores cuentan con cuatro nudos de esmalte primarios que van a dar origen cada uno al metacono, al paracono, al protocono y al hipocono; sin embargo, con el aumento de tamaño de las superficies oclusales –principalmente de los primeros molares superiores– el distanciamiento entre los nudos de esmalte primarios hace que en alguna región se pierda el control inhibitorio del campo morfogenético y se formen nudos de esmalte secundarios, tal como se sugiere que ocurre en el protocono con la cúspide de Carabelli.<sup>56</sup>

Por lo que la expresión (ausencia/presencia) y variabilidad (fosa, fisura, surco, cresta, tubérculo y cúspides de diferente tamaño) implican que además del control genético y de los eventos epigenéticos, la separación de las cuatro cúspides originales puede influir en la expresión de la cúspide de Carabelli.<sup>56</sup>

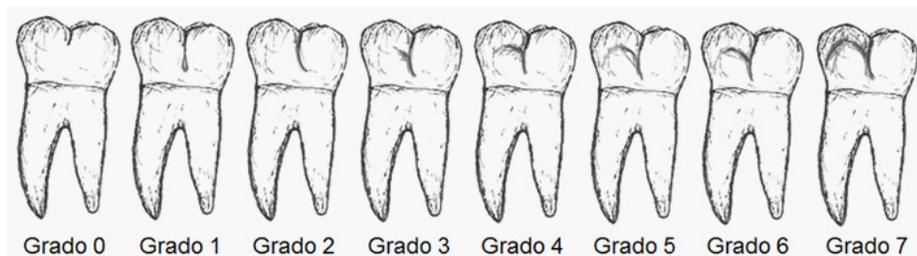
De tal forma que, si el protocono se aleja del paracono aumentando el tamaño de la

superficie oclusal, la cúspide de Carabelli se podría diferenciar como una cúspide de mediano o gran tamaño, caso contrario, la selección natural favorecería la expresión de fosas, fisuras, surcos, crestas y cúspides pequeñas. Por tanto, el desarrollo de las denominadas cúspides paramolares o accesorias como un sub-producto de la variación natural asociado a la separación de los nudos de esmalte, a la disminución del campo inhibitorio de algún nudo de esmalte primario, al distanciamiento de los vértices cuspidos y al aumento en el tamaño de la superficie oclusal, se constituyen en un modelo que permite determinar la capacidad evolutiva de una especie en respuesta a la selección natural en términos de parámetros genéticos y epigenéticos de crecimiento que determinan el desplazamiento de la morfogénesis,<sup>28,57</sup> dejando de lado el modelo antiguo que pretendió explicar el origen de la cúspide de Carabelli planteando que las expresiones cuspidas ocurren en poblaciones caucasoides que tiene dientes con volúmenes coronales menores con el fin de compensar la disminución de la tabla oclusal y obtener ventaja funcional masticatoria, durante el proceso evolutivo de disminución dental explicado por la teoría del probable efecto mutacional, la cual explica como el primer molar paso de ser el diente más pequeño al más grande, respecto a los segundos y terceros molares.<sup>58</sup>

### El caso del paraestilo

El paraestilo consiste en un tubérculo o cúspide accesorio que se expresa en la superficie vestibular del paracono –con menor frecuencia en el metacono– de los molares superiores.<sup>59</sup> Tal como ocurre con todas las denominadas cúspides accesorias, su origen en el cíngulo vestibular ha sido asociado al desarrollo de un nudo de esmalte secundario, tanto en los dientes temporales<sup>60</sup> como en los permanentes.<sup>59,61</sup>

Históricamente, fue uno de los primeros rasgos morfológicos clasificados como como tubérculos o cúspides supernumerarias que fue estudiado por Bolk y al que inclusive se le ha asociado la conformación



**Figura 5.** Variabilidad (gradación) de la expresión del protostilido de acuerdo al sistema universal de observación y análisis de la morfología dental ASUDAS.

de una raíz propia –con sus respectivas cámara y conducto pulpaes–, característica que se ha confundido con la fusión de un diente supernumerario.<sup>62</sup> Posteriormente Dahlberg lo introdujo de forma más específica en la clasificación paleontológica de la morfología dental definiéndolo como uno de los estilos –junto con el protostilido– que se desarrollan desde el cíngulo en los dientes molares.<sup>63</sup> Kustaloglu describió en detalle las variaciones en tamaño de la expresión del paraestilo y los patrones de los surcos asociados, sugiriendo el complejo paramolar de la superficie vestibular de los molares superiores.<sup>64,65</sup> Finalmente, Turner y Katich en 1974 desarrollan la placa de referencia y la incorporan al sistema universal de observación y análisis de la morfología dental denominado ASUDAS (Tabla 1, Figura 4).<sup>36</sup>

### El caso del protostilido

La primera definición del protostilido fue realizada por Bolk al describir un tubérculo o cúspide supernumeraria en la superficie vestibular de los molares inferiores, ocasionado por un diente supernumerario cónico fusionado.<sup>62</sup> Expresiones similares fueron denominadas de forma genérica por Grece como tubérculos vestibulares y por De Jonge como prominencias mesio-bucales.<sup>63</sup> Dahlberg denominó como tubérculo de Bolk al paraestilo (estilo del paracono) y al protostilido (estilido del protocónido), definiendo este último como una elevación o cresta de esmalte en la parte anterior de la superficie vestibular de los molares inferiores deciduos y permanentes, que asciende

desde el cíngulo en sentido gingivo-oclusal íntimamente asociada al surco de desarrollo mesio-vestibular que separa el protocónido del hipocónido.<sup>66</sup> Posteriormente, Robinson describió el desarrollo del cíngulo del protocónido en sus estudios en pre-hominidos, manifestando que el protostilido homínido (incluido la expresión en el hombre moderno) probablemente sería un remanente dental del pasado australopitecino, aunque con variaciones en su expresión.<sup>67</sup>

El protostilido corresponde entonces, a una cúspide paramolar que varía desde un surco hasta una cúspide de ápice libre sobre la superficie vestibular de la cúspide meso-vestibular de los segundos molares inferiores temporales y primeros y segundos molares inferiores permanentes. También suele expresarse a manera de una fovea o fosa vestibular sobre el surco de desarrollo vestibular denominada punto P. La placa de referencia fue desarrollada por Dahlberg en 1956 en *Zollar Laboratory of Dental Anthropology* de la Universidad de Chicago, y posteriormente incorporada en el sistema ASUDAS (Tabla 1, Figura 5).<sup>36</sup>

Como todas las cúspides paramolares, el protostilido en todas sus expresiones morfológicas (fosa, fisura, surco, cresta y cúspides de diferente tamaño) tiene origen en la región de la unión amelodentinaria del cíngulo vestibular, entre el protocónido y el hipocónido, durante el proceso de morfogénesis dental de los pre-hominidos y homínidos. Por tanto, si el cíngulo corresponde a una estructura evolutiva del molar tribosfénico de los primeros mamíferos

que rodea a nivel del tercio cervical toda la corona de todos los dientes, y si en los primates esta estructura se ha ido reduciendo en los dientes posteriores dejando como remanente una serie de estructuras principalmente en las superficies vestibular y lingual en los molares inferiores y palatina en los molares superiores, el protostilido, como expresión tubercular o cuspidéa, de la súper-familia Hominidae corresponde a variaciones del cíngulo primitivo,<sup>67</sup> mientras que la expresión fisura, surco y fosa, resultan en evidencia residual de las variaciones del protostilido en los primates homínidos.<sup>69</sup>

Estas expresiones negativas fueron descritas inicialmente por Miller como *foramen caecum Milleri* y vinculadas a la expresión del protostilido por Jorgensen en 1954, sin embargo, existe controversia en aceptar que esta fosa vestibular corresponde al mismo foramen caecum descrito por Miller, aún cuando Dahlberg incluyó la fosa vestibular o punto P como el primero de los siete grados de expresión del protostilido.<sup>69</sup>

Estudios en microscopía electrónica de barrido, han demostrado que la expresión tubercular o cuspidéa del protostilido tiene origen en la unión amelodentinaria durante de morfogénesis dental, lo que explica que la dentina y el esmalte en esta región se hayan desarrollado desde la membrana basal transitoria durante la dentinogénesis y la amelogénesis, a partir de un nudo de esmalte primario que daría origen a los futuros vértices cuspidéos;<sup>27,70</sup> de tal forma que el surco que separa el protostilido del protocónido será tan profundo como sea la distancia entre ambos centros de crecimiento.<sup>71</sup>

En consecuencia, se genera una unión amelodentinaria cóncava que confronta el esmalte de ambas formaciones cuspidéas hasta que la amelogénesis finaliza, dejando como remanente una fosa en la que confluyen prismas de esmalte muy delgado y mineralizado de forma irregular, reconocidos como calcoglóbulos, los cuales les confieren un aspecto rugoso a las paredes de la

fosa.<sup>72</sup> Este proceso explica el origen de los surcos a partir del desarrollo morfogenético de las cúspides, por tanto, desde el punto de vista de la odontogénesis, es posible asociar la fosa vestibular, el surco transversal y la cúspide a la expresión del protostilido, por lo menos en los humanos modernos,<sup>73</sup> ya que en términos evolutivos no hay evidencia que correlacione las fisuras, surcos y fosas de la superficie vestibular de los molares inferiores con el protostilido de los fósiles de homínidos.<sup>67,68,74,75</sup>

### INTERES CLÍNICO DEL CÍNGULO

La observación, registro y análisis de la morfología dental a través de los rasgos morfológicos dentales se ha constituido en una invaluable fuente de información para estimar las relaciones biológicas entre poblaciones humanas pasadas y presentes debido a que tienen el potencial de estar presentes en un sitio específico (frecuencia), de diferente manera (variabilidad) y en uno o más miembros de un grupo poblacional (expresión).<sup>76,77</sup>

De esta forma el surco interrumpido, la cúspide de Carabelli, el paraestilo y el protostilido, se encuentran incluidos en el sistema universal de observación y registro ASUDAS,<sup>36</sup> siendo de los rasgos morfológicos de mayor uso en los estudios poblacionales antropológicos esclarecer histórica, cultural y biológicamente, los procesos étnicos macro y micro-evolutivos que permiten aproximarse a la comprensión del origen, formación, contactos, desplazamientos, migraciones, trayectorias y aislamientos que han dado lugar a la distribución y variación étnica de diferentes poblaciones humana ubicadas en un mismo espacio geográfico;<sup>6,8</sup> y para la individualización durante el cotejo antemortem-postmortem durante los procedimientos de identificación odontológica con fines forenses.<sup>78</sup>

Ya en el caso de la aplicación odontológica de los rasgos morfológicos que tiene origen en el cíngulo y del cíngulo mismo como estructura morfológica de los dientes anteriores y posteriores, la evidencia clí-

nica los relaciona como sitios anatómicos proclives para la acumulación de placa bacteriana y aumento de la posibilidad de desarrollar caries y/o enfermedad periodontal, e inclusive compromiso pulpar como es el caso del surco interrumpido; debido fundamentalmente al patrón de surcos (expresiones negativas) que se desarrollan con las cúspides (expresiones positivas).<sup>2,9,10,35</sup> Asimismo, la expresión cuspidéa de la cúspide de Carabelli, del paraestilo y del protostilido, aunque no representan ningún aspecto morfo-funcional para ampliar la superficie oclusal y aumentar la eficiencia masticatoria, pueden generar interferencias oclusales a manera de puntos de contacto prematuros. Además, resultan ser inconvenientes durante los tratamientos ortodónticos debido a la dificultad que ofrecen a la cementación de bandas y brackets. Ambas situaciones son frecuentemente solucionadas con ameloplastia selectiva.<sup>59,79,80</sup>

Otro aspecto que ha sido poco estudiado es la relación que hay entre la desaparición del cíngulo en los homínidos y la aparición de lesiones cervicales. En este sentido, la abfracción dental consiste en una lesión en tipo de cuña que ocurre en el tercio cervical de la superficie cervical fundamentalmente de los premolares y molares superiores.<sup>22,81,82</sup>

A través de modelos matemáticos y geométricos de elementos finitos, se ha sugerido un patrón de fractura que se desarrolla cuando los dientes antagonistas entran en contacto durante la masticación generando fuerzas compresivas y tensiles –producto del cizallamiento entre las vertientes de las cúspides– que no son absorbidas por las cúspides funcionales. En los mamíferos carnívoros estas fuerzas son transmitidas al tercio cervical en donde se encuentra un cíngulo que refuerza a manera de plataforma cada cúspide; pero como en los seres humanos el cíngulo ha desaparecido, el esmalte cervical mucho más delgado no está en capacidad para soportar dichas fuerzas, razón por la cual, al confluir varios vectores de fuerza provenientes de la superficie oclusal, se fractura.<sup>83,84</sup>

Es así como el esmalte de los mamíferos, al ser más grueso en las regiones en donde se producen esfuerzos de tracción potencialmente perjudiciales y tendientes a provocar grietas en el margen cervical, constituye el cingulo dental; razón por la cual se ha asociado el desarrollo evolutivo e histo-embriionario del cingulo no solo para proteger los tejidos periodontales sino también para evitar este tipo de lesiones de origen biomecánico, como son las abfracciones.<sup>22,85</sup>

## CONCLUSIONES

En esta revisión de la literatura se puso en contraste el concepto biológico y el antropológico del cingulo, ante la controversial falta de reconocimiento o simple desconocimiento del papel macro-evolutivo de esta estructura morfológica por parte de muchos profesionales de la salud oral; de tal forma que resulta posible concluir:

- El cingulo es una estructura morfológica que surgió durante la evolución de los dientes de los primeros mamíferos a manera de un collar que rodea la corona de todos los dientes –anteriores y posteriores– a nivel del tercio cervical, cuyas funciones eran la protección de los tejidos periodontales ante la posible injuria causada por alimentos duros, y el refuerzo del esmalte cervical para absorber las fuerzas provenientes de las cúspides funcionales durante la masticación.
- En los dientes anteriores el remanente evolutivo del cingulo se expresa en la superficie palatina y lingual a manera de una prominencia constituida por un sistema de lóbulos y surcos de amplia variabilidad morfológica cuya función ha sido asociada al direccionamiento de los fragmentos de alimentos durante la incisión.
- El cingulo de los dientes anteriores se constituye en la plataforma de origen de rasgos morfológicos dentales como lo son el tubérculo dental –el cual puede estar presente tanto en la superficie vestibular como en la palatina y

lingual de los incisivos superiores e inferiores respectivamente– y el surco interrumpido.

- En los dientes posteriores el cingulo se constituye en la plataforma de origen morfogénico de las denominadas cúspides paramolares –cúspide de Carabelli, paraestilo y protostilido–, siendo la expresión cuspídea de estas el remanente evolutivo de esta estructura.
- Al involucrar el cingulo en los dientes posteriores, el esmalte del tercio cervical coronal próximo a la unión amelocementaria, se torna muy delgado, quedando expuesto a la fractura producto de las fuerzas tensiles provenientes de la función masticatoria, lo cual genera un tipo de lesión asociada reconocida como abfracción.
- El contorno de la región cervical –en sentido oclusal– de la corona clínica de los dientes anteriores y posteriores debe preservarse y mantenerse al momento de realizar tratamientos operatorios y rehabilitadores, en lo que en la clínica odontológica se ha denominado como perfil de emergencia o perfil de la curva del diente; con el propósito de proteger los tejidos periodontales ante el trauma generado por los alimentos durante la masticación (infracontorno) o por la acumulación de los mismos (sobrecontorno).

## REFERENCIAS

1. Barreto JF. Sistema estomatognático y esquema corporal. Colombia Med. 1999; 30(4):173-80.
2. Moreno S, Moreno F. Importancia clínica de la antropología dental. Revista Estomatología. 2007; 15(2 Supl. 1): 42-53.
3. Starcke EN. The History of Articulators: A Critical History of Articulators Based on Geometric Theories of Mandibular Movement: Part I. Journal of Prosthodontics. 2002; 11(2):134-46.
4. Firmani M, Becerra N, Sotomayor C et al. Oclusión terapéutica. Desde las escuelas de oclusión a la odontología basada en evidencia. Rev Clin Periodoncia Implantol Rehabil Oral. 2013; 6(2):90-5.

5. Rodríguez JV. Introducción a la antropología dental. Cuadernos de antropología. 1989; 19(1):1-41.
6. Scott GC, Turner II CG. The anthropology of modern human teeth: dental morphology and its variation in recent human populations. First edition. London: Cambridge University Press; 1997.
7. Scott GC, Turner II CG. Dental anthropology. Ann Rev Anthropol. 1998; 17(1):99-126.
8. Rodríguez JV. Dientes y diversidad humana: avances de la antropología dental. Primera edición. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia; 2003.
9. Moreno S, Villavicencio J, Ortiz M et al. Restauraciones preventivas en resina como estrategia para control de la morfología dental. Acta Odontológica Venezolana .2007; 45(4):1-17.
10. Soto J, Moreno S, Moreno F. Antropología dental y periodoncia: Relación entre los rasgos morfológicos dentales y la enfermedad periodontal. Acta Odontológica Venezolana. 2010; 48(3):1-13.
11. Reynolds SH. The Vertebrate Skeleton. Second edition. Cambridge University Press: Cambridge; 1897.
12. Kermack DM, Kermack KA, Mussett F. The Welsh pantothere Kuehneotherium praecursoris. Zool J Linn Soc. 1968; 47(312):407-23.
13. Berkovitz BKB, Holland GR, Moxham BJ. Oral Anatomy, Histology and Embryology. Second edition. Mosby International: London; 2002.
14. Hillson S. Teeth. Manuals in Archaeology. Second edition. Cambridge University Press: Cambridge; 2005.
15. Cope ED. The origin of the specialized teeth of the carnivora. The American Naturalist. 1879; 13(3): 171-3.
16. Osborn HF. The evolution of mammalian molars to and from the tritubercular type. The American Naturalist. 1888; 22(264):1067-79.
17. Kraus BS. Morphologic relationships between enamel and dentine surfaces of lower first molar teeth. J Dent Res. 1952; 31(2):248-56.
18. Butler PM. Some functional aspects of

- molar evolution. *Evolution*. 1972; 26(3): 474-83.
19. Duque JF, Ortíz M, Salazar L, Mejía C. Mamíferos: Evolución y Nomenclatura Dental. *Rev Estomat*. 2009; 17(2):30-44.
  20. Crompton AW, Jenkins FA. Molar occlusion in late Triassic mammals. *Biol Rev*. 1968; 43(4):427-58.
  21. Butler PM. An alternative hypothesis on the origin of docodont molar teeth. *J Vertebr Paleontol*. 1997; 17(2):435-9.
  22. Anderson PSL, Gill PP, Rayfield EJ. Modeling the effects of cingula structure on strain patterns and potential fracture in tooth enamel. *Journal of Morphology*. 2011; 272(1):50-65.
  23. Wood CB, Rougier GW. Updating and recoding enamel microstructure in mesozoic mammals: In search of discrete characters for phylogenetic reconstruction. *J Mammal Evol*. 2005; 12(3):433-60.
  24. Wood CB, Dumont ER, Crompton AW. New studies of enamel microstructure in mesozoic mammals: A review of enamel prisms as a mammalian synapomorphy. *J Mammal Evol*. 1999; 6(2):177-213.
  25. Paglarelli L. The role of teeth in mammal history. *Braz J Oral Sci* 2003; 2(6): 249-57.
  26. Butler PM. 1956. The ontogeny of molar pattern. *Biol Rev*. 31(1):30-70.
  27. Thesleff I. Epithelial-mesenchymal signaling regulating tooth morphogenesis. *J Cell Sci*. 2003; 116(9):1647-8.
  28. Jernvall J, Jung H-S. Genotype, phenotype, and developmental biology of molar tooth characters. *Am J Phys Anthropol*. 2000; 43(Suppl 31):171-90.
  29. Salazar-Ciudad I, Jernvall J. A gene network model accounting for development and evolution of mammalian teeth. *PNAS*. 2002; 99(12):8116-20.
  30. Hattab FN, Yassin OM, Al-Nimri KS. Talon cusp-clinical significance and management: case reports. *Quintessence Int*. 1995; 26(2): 115-20.
  31. Chun-Kei L, King N, Lo ECM, Cho SY. Talon cups in the primary dentition: literature review and report of three rare cases. *J Clin Pediatr Dent*. 2006; 30(4): 299-305.
  32. Rayrn RA, Muthu MS, Sivakumar N. Aberrant talon cusps: report of two cases. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2006; (Spec iss): 7-10.
  33. Davis PJ, Brook AH. The presentation of talon cusp: diagnosis, clinical features, associations and posible aetiology. *Br Dent J*. 1986; 160(3): 84-8.
  34. Heaton JL, Pickering TR. First records of talon cusps on baboon maxillary incisors argue for standardizing terminology and prompt a hypothesis of their formation. *Anat Rec (Hoboken)*. 2013; 296(12):1874-80.
  35. Hernández J, Villavicencio J, Arce E, Moreno F. Talón cuspideo: reporte de cinco casos. *Rev Fac Odontol Univ Antioq*. 2010; 21(2):208-217.
  36. Turner IICG, Nichol CR, Scott GR. Scoring procedures for key morphological traits of the permanent dentition: The Arizona State University dental anthropology system. In: Nelly MA, Larsen CS (Editors). *Advances in dental anthropology*. New York: Wiley-Liss; 1991. p. 13-31.
  37. Sedano HO, Ocampo-Acosta F, Naranjo-Corona RI, Torres-Arellano ME. Multiple dens invaginatus, mulberry molar and conical teeth. Case report and genetic considerations. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2009; 14(2):69-72.
  38. Ngeow W, Chai W. Dens evaginatus on a wisdom tooth: A diagnostic dilemma. Case report. *Aust Dent J*. 1998; 43:328-30.
  39. Glavina D, Škrinjarčić T. Labial talon cusp on maxillary central incisors: a rare developmental dental anomaly. *Coll Antropol* 2005; 29(1): 227-31.
  40. Weiss KM, Stock DW, Zhao Z. Dynamic interactions and the evolutionary genetics of dental patterning. *Crit Rev Oral Biol Med*. 1998; 9(4):369-98.
  41. Jernvall J. Linking development with generation of novelty in mammalian teeth. *Proc Natl Acad Sci*. 2000; 97(6):241-5.
  42. Jernvall J, Thesleff I. Reiterative signaling and patterning in mammalian tooth morphogenesis. *Mech Dev*. 2000 15;92(1):19-29.
  43. Nirmala S, Challa R, Velpula L, Nuvvula S. Unusual occurrence of accessory central cusp in the maxillary second primary molar. *Contemp Clin Dent*. 2011; 2(2):127-30.
  44. Kogon SL. The prevalence, location and conformation of palato-radicular grooves in maxillary incisors. *J Periodontol*. 1986; 57(4):231-4.
  45. Kocsis G, Marcsik A. The frequency of two developmental anomalies in osteoarchaeological simples. *Dental Anthropology*. 1993; 7(3):11-14.
  46. Matthews DC, Tabesh M. Detection of localized tooth-related factors that predispose to periodontal infections. *Periodontology*. 2000 2004; 34(1):136-150.
  47. Nanci A. *Ten Cate's Oral Histology*. Eighth edition. Elsevier: St. Louis; 2013.
  48. Heaton JL, Pickering TR. First records of talon cusps on baboon maxillary incisors argue for standardizing terminology and prompt a hypothesis of their formation. *Anat Rec*. 2013; 296(12):1874-80.
  49. Soares V, Consolaro A, Bruce RS. Macroscopic and microscopic analysis of the palato-gingival groove. *J Endod* 2000; 26(6):345-50.
  50. Kraus BS. Carabelli's anomaly of the maxillary molar teeth. *Am J Human Genet* .1951; 3(4):348-55.
  51. Kolakowski D, Harris EF. Complex segregation analysis of Carabelli's trait in a Melanesian population. *Am J Phys Anthropol*. 1980; 53(2):301-8.
  52. Dietz V. A Common dental morphotropic factor, the Carabelli cusp. *J Am Dent Ass*. 1944; 31(1):784-9.
  53. Schwartz GT, Thackeray JF, Reid C, van Reenan JF. Enamel thickness and the topography of the enamel-dentine junction in South African Plio-Pleistocene hominids with special reference to the Carabelli trait. *Journal of Human Evolution*. 1998; 35(4-5):523-42.
  54. Reid C, van Reenen JF, Groeneveld HT. Tooth size and the Carabelli trait. *Am J Phys Anthropol*. 1991; 84(4):427-32.
  55. Hunter JP, Guatelli-Steinberg D, Weston TC, Durner R, Betsinger TK. Model of Tooth Morphogenesis Predicts Carabelli Cusp Expression, Size, and Symmetry in Humans. *PLoS ONE*. 2010; 5(7):11844-52.
  56. Moormann S, Guatelli-Steinberg D, Hunter J. Metamerism, morphogenesis,

- and the expression of Carabelli and other dental traits in humans. *Am J Phys Anthropol.* 2013; 150(3):400-8.
57. Kondo S, Townsend GC. Associations between Carabelli trait and cusp areas in human permanent maxillary first molars. *Am J Phys Anthropol.* 2006; 129(2):196-203.
  58. Harris EF. Carabelli's trait and tooth size of human maxillary first molars. *Am J Phys Anthropol.* 2007; 132(2):238-46.
  59. Nabeel S, Danish G, Hegde U, Mull P. Parastyle: Clinical Significance and Management of Two Cases. *International Journal of Oral & Maxillofacial Pathology.* 2012; 3(3):61-64.
  60. Nagaveni NB, Umashankara KV, Poornima P, Subba Reddy VV. Paramolar tubercle (Parastyle) in primary molars of Davangere (India) children: A retrospective study. *International Journal of Oral Health Sciences.* 2014; 4(1): 18-22.
  61. Philipose L, Mathew AL, Nair S, Varghese AK, Babu SS, George B, Omal PM. Parastyle in permanente maxillary 1st molar tooth: A rare entity. *J Indian Aca Oral Med Radiol.* 2013; 25(2):1-4.
  62. Bolk L. Problems of human dentition. *American Journal of Anatomy.* 1916; 19(1):91-148.
  63. Dahlberg AA. The paramolar tubercle (Bolk). *Am J Phys Anthropol.* 1945; 3(1):97-103.
  64. Kustaloglu OA. Paramolar structures of the upper dentition. *J Dent Res.* 1962; 41(1):75-83.
  65. Desai VD, Gaurav I, Das S, Kumar MV. Paramolar complex - The microdental variations: Case series with review of literatura. *Annals of Bioanthropology.* 2014; 2(2):65-73.
  66. Dahlberg AA. The evolutionary significance of the protostylid. *Am J Phys Anthropol.* 1950; 8(1):15-25.
  67. Hlusko LJ. Protostylid variation in Australopithecus. *J Hum Evol.* 2004; 46(5): 579-94.
  68. Skinner MM, Wood BA, Boesch C, Olejniczak AJ, Rosas A, Smith TM, Hublin JJ. Dental trait expression at the enamel-dentine junction of lower molars in extant and fossil hominoids. *J Hum Evol.* 2008; 54(2):173-86.
  69. Axelson G. Protostylid trait in deciduous and permanent dentition in Icelanders. *The Icelandic Dent J.* 2004; 22(1):11-7.
  70. Thesleff I, Sharpe P. Signalling networks regulating dental development. *Mech Dev.* 1997; 67(2):111-23.
  71. Awazawa Y, Hayashi K, Kiba H, Awazawa I, Tobari H. Patho-morphological study of the supplemental groove. *Bull Group Int Rech Sci Stomatol Odontol.* 1990; 32(3):145-56.
  72. Gaspersic D. Morphology of the most common form of protostylid on human lower molars. *J Anat.* 1993; 182(3):429-31.
  73. Gaspersic D. Morphometry, scanning electron microscopy and X-ray spectral microanalysis of protostylid pits on human lower third molars. *Anat Embryol. (Berl)* 1996; 193(4):407-12.
  74. Mayhall JT. Dental morphology: techniques and strategies. In Katzenberg MA. and Saunders SR (eds). *Biological Anthropology of the Human Skeleton.* Wiley-Liss: New York; 2000.
  75. Skinner MM, Wood BA, Hublin JJ. Protostylid expression at the enamel-dentine junction and enamel surface of mandibular molars of *Paranthropus robustus* and *Australopithecus africanus*. *J Hum Evol.* 2009; 56(1):76-85.
  76. Rodríguez CD. Antropología dental en Colombia. Comienzos, estado actual y perspectivas de investigación. *Antropo.* 2003; 4(1):55-27.
  77. Rodríguez CD. La antropología dental y su importancia en el estudio de los grupos humanos. *Rev Fac Odont Univ Ant.* 2005; 16 (1 y 2): 52-59.
  78. Rodríguez JV. La antropología forense en la identificación humana. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. 2004.
  79. Turner RA, Harris EF. Maxillary Second Premolars with Paramolar Tubercles. *Journal of Dental Anthropology.* 2004; 17(3):75-78.
  80. Rodríguez C, Moreno F. Paramolar tubercle in the left maxillary second premolar: A case report. *Dental Anthropol.* 2006; 19(3):65-9.
  81. Rees JS. The role of cuspal flexure in the development of abfraction lesions: A finite element study. *Eur J Oral Sci.* 1998; 106:1028-32.
  82. Rees JS, Hammadeh M. Undermining of enamel as a mechanism of abfraction lesion formation: A finite element study. *Eur J Oral Sci.* 2004; 112(4):347-52.
  83. Qasim T, Ford C, Bush MB, Hu X, Malament KA, Lawn BR. Margin failures in brittle dome structures: Relevance to failure of dental crowns. *J Biomed Mater Res B.* 2007; 80(1):78-85.
  84. Chai H, Lee JJ-W, Kwon J-Y, Lucas PW, Lawn BR. A simple model for enamel fracture from margin cracks. *Acta Biomater.* 2009; 5(5):1663-7.
  85. Lucas PW, Constantino PJ, Wood BA, Lawn BR. Dental enamel as a dietary indicator in mammals. *Bioessays.* 2008; 30(4):374-85.

Citar este artículo de la siguiente forma de acuerdo a las Normas Vancouver:

Moreno S, Moreno F. Cíngulo dental: Revisión de la literatura. *Rev. Estomatol.* 2016; 24(1):40-51.