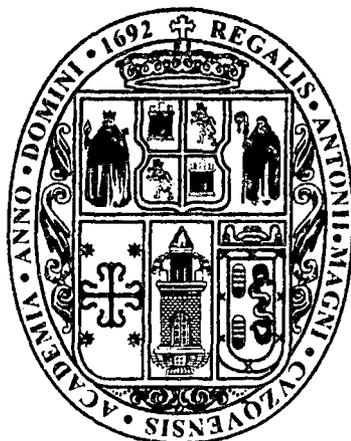


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO
ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA
CARRERA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA**



**EDAD CRONOLÓGICA PROMEDIO DE LOS ESTADÍOS DE
MADURACIÓN ÓSEA MEDIANTE EL MÉTODO DE HASSEL Y
FARMAN EN PACIENTES DE 10 A 16 AÑOS, QUE ACUDEN AL
CENTRO DE RADIODIAGNÓSTICO ESTOMATOLÓGICO CUSCO,
ENERO - MARZO, 2011**

**Tesis presentada por:
Bach. JHONATAN HUAYLLAPUMA CALLONZA
Para optar al Título Profesional de:
CIRUJANO DENTISTA**

**Asesor:
C.D. MARIO JESÚS VILLAMAR DIAZ**

**Co-Asesora:
ESP. URSULA LISETH GALINDO OBANDO**

Auspiciado por el Consejo de Investigación - UNSAAC

**CUSCO - PERÚ
2011**

DEDICATORIA

A ti mi Dios, dador de la vida y sin el cual no tendría sentido mi existir.

A mis padres, quienes dieron todo para que este logro se concrete.

A mis hermanas Mayu y Nayi, princesas mágicas, por estar conmigo y ser parte de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

Nuevamente mi gratitud infinita a Dios, por su amor, su guía y por la vida.

Agradezco a mi familia, por ser mi apoyo diario y por cada momento compartido.

Agradezco a mis pastores Mario y Elizabeth por sus útiles enseñanzas y por ayudarme a formar carácter.

Agradezco a todos y cada uno de mis docentes, quienes contribuyeron en mi formación académica y profesional.

Mi vida universitaria, no hubiera sido fascinante si no hubiese contado con la compañía de mis amigos y amigas, gracias por todo y porque sé que no necesito mencionarlos, sé que se darán por aludidos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN

RESUMEN

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Caracterización del problema.....	1
1.2. Formulación del problema.....	3
1.3. Objetivos de la investigación.....	3
1.4. Justificación del problema.....	3
1.5. Limitaciones de la investigación.....	4
1.6. Viabilidad del estudio.....	5
1.7. Aspectos éticos.....	5

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Definiciones Conceptuales.....	6
2.2. Antecedentes del problema.....	7
2.2.1. Antecedentes internacionales.....	7
2.2.2. Antecedentes nacionales.....	9
2.3. Marco Conceptual.....	11
2.3.1. Crecimiento y desarrollo.....	11
2.3.2. División cronológica de la vida humana.....	14
2.3.3. Velocidad de crecimiento.....	17
2.3.4. Curva de crecimiento.....	18
2.3.5. Pico de crecimiento puberal.....	18
2.3.6. Factores que influyen en el proceso de crecimiento y desarrollo...	19
2.3.7. Pico de crecimiento craneofacial.....	20
2.3.8. Crecimiento puberal y tratamiento ortodóntico.....	23
2.3.9. Anatomía de la columna Vertebral.....	26

2.3.10. Determinación de la edad ósea proveniente de las vértebras	
Cervicales.....	30
2.3.10.1. Estudio de Lamparski.....	30
2.3.10.2. Estudio de los doctores Hassel y Farman.....	32
2.3.11. Radiografía cefalométrica lateral.....	33

CAPITULO III

VARIABLES Y DEFINICIONES OPERACIONALES

3.1. Identificación de variables.....	35
3.2. Operacionalización de variables.....	36

CAPÍTULO IV

MATERIAL Y METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

4.1. Tipo de estudio.....	39
4.2. Población y muestra.....	39
4.3. Criterios de selección.....	39
4.4. Unidad de análisis.....	40
4.5. Procedimiento.....	40
4.6. Técnica de recolección de datos.....	40
4.7. Técnicas para el procesamiento de la información.....	41

CAPÍTULO V

RESULTADOS.....	42
------------------------	-----------

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN Y COMENTARIOS.....	46
-------------------------------------	-----------

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES.....	49
--------------------------	-----------

CAPÍTULO VIII

SUGERENCIAS..... 50

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 51

ANEXOS..... 54

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 01	42
Edad promedio según los estadios de maduración ósea mediante el método de Hassel y Farman en pacientes de 10 a 16 años, que acuden al Centro de Radiodiagnóstico Estomatológico Cusco, enero-marzo 2011	
Tabla N° 02	43
Edad promedio según los estadios de maduración ósea mediante el método de Hassel y Farman en pacientes de 10 a 16 años de sexo masculino, que acuden al Centro de Radiodiagnóstico Estomatológico Cusco, enero-marzo 2011 en el sexo masculino.	
Tabla N° 03	44
Edad promedio según los estadios de maduración ósea mediante el método de Hassel y Farman en pacientes de 10 a 16 años de sexo masculino, que acuden al Centro de Radiodiagnóstico Estomatológico Cusco, enero-marzo 2011 en el sexo femenino.	
Tabla N° 04	45
Comparación de la edad cronológica de los estadios de maduración ósea según Hassel y Farman, según sexo.	

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1

Ficha de recolección de datos.....54

ANEXO 2

Consentimiento informado.....55

ANEXO 3

Cuestionarios para la validación de la ficha de recolección de datos.....56

ANEXO 4

Validez y confiabilidad del instrumento.....59

ANEXO 5

Indice Kappa de Cohen para evaluar el grado de concordancia entre dos
Examinadores.....61

ANEXO 6

Estadios de maduración según Hassel y Farman.....63

ABREVIATURAS Y/O SIMBOLOS

C2	: Segunda vértebra cervical
C3	: Tercera vértebra cervical
C4	: Cuarta vértebra cervical
Cols.	: Colaboradores
CMST	: Centro Médico Naval "Cirujano Mayor Santiago Távora"
Et al.	: Y colaboradores
N°	: Número
m.s.n.m.	: Metros sobre el nivel del mar
PCP	: Pico de crecimiento puberal
PVC	: Pico de velocidad de crecimiento
PVE	: Pico de velocidad de estatura
SPSS	: Statistical Package for Social Sciences
%	: Porcentaje

INTRODUCCION

Los conocimientos básicos del crecimiento y desarrollo craneofacial son fundamentales para el diagnóstico, planificación, tratamiento y evaluación de los resultados de la terapia ortodóntica.

En odontología, y más específicamente en el área de ortodoncia existen ciertos tratamientos que son mejor aprovechados si se realizan cuando el paciente se encuentra en una etapa circundante al pico de crecimiento, por consiguiente es importante conocer el estadio de maduración de los pacientes para poder tratarlos de mejor manera.

Entre las referencias utilizadas clásicamente para identificar los diferentes estadios de crecimiento se encuentran las características de maduración sexual, la edad cronológica, el desarrollo dental, la altura y el peso, pero existen métodos más fiables para su aplicación en ortodoncia como lo es el desarrollo esquelético (mano, huesos largos, y vértebras cervicales).

La tendencia actual es reducir el número de radiografías a las mínimas necesarias, por ello, diversos investigadores desarrollaron unos índices de maduración esquelética con los perfiles de los cuerpos de las vértebras cervicales que suelen aparecer en las radiografías laterales de cráneo, normalmente utilizadas para el diagnóstico en ortodoncia, pero lamentablemente estos estudios fueron desarrollados en poblaciones extranjeras y más específicamente caucásicas.

El presente trabajo busca determinar los valores de maduración ósea en radiografías laterales cefalométricas según el método de Hassel y Farman en nuestra población, la cual está formada por una mixtura racial, y además está condicionada por factores geográficos y climáticos.

RESUMEN

La globalización y las tendencias actuales motivan cada vez más a la población a seguir patrones de moda y estética, es por ello que en la actualidad, la motivación estética para acudir a la consulta odontológica se hace cada vez más frecuente y los tratamientos ortodónticos son cada vez más solicitados, es así que el odontólogo requiere con frecuencia realizar la valoración de la edad ósea, lo cual es importante para realizar un buen diagnóstico y para elaborar un adecuado plan de tratamiento.

El objetivo del presente estudio fue determinar la edad cronológica promedio en que ocurren los estadios de maduración ósea según el método de Hassel y Farman en pacientes de 10 a 16 años que acuden al Centro de Radiodiagnóstico Estomatológico Cusco, el método utilizado a diferencia de los demás métodos existentes reduce el número de exámenes radiográficos y por consiguiente reduce la exposición y el costo para el paciente.

El presente estudio es de tipo descriptivo, transversal y prospectivo, en el cual, mediante el método descrito por los doctores Hassel y Farman, se analizaron 106 radiografías de pacientes de 10 a 16 años que acudieron al Centro de Radiodiagnóstico Estomatológico Cusco.

La edad cronológica en que ocurren los estadios de maduración ósea según el método de Hassel y Farman son de 11,39 años para el estadio I, 12,42 años para el estadio II, 12,99 años para el estadio III, 14,15 años para el estadio IV, 14,89 para el estadio V y 14,82 para el estadio VI. Se encontró que en cada estadio las mujeres anticipan a los varones, además se encontró que existen diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos tanto en el estadio II como en el estadio III.

PALABRAS CLAVES:

Maduración ósea, pico de crecimiento puberal, Método de Hassel y Farman.

ABSTRACT

Globalization and trends increasingly motivate people to follow patterns of fashion and aesthetics, this is why today aesthetic motivation to go to the dental office is becoming more frequent and orthodontic treatment are increasingly more requested that dentists are often required to perform the assessment of bone age, which is important for a proper diagnosis and to develop an appropriate treatment plan.

The aim of this study was to determine the average chronological age of occurrence of bone maturation stages according to the method of Hassel and Farman in 10 to 16 years old patients attended at the Centro de Radiodiagnóstico Estomatológico Cusco, the method used in contrast to other existing methods reduces the number of radiographic examinations and therefore reduces the exposure and the cost to the patient.

This study is descriptive, cross-sectional and prospective, in which, by the method described by Hassel and Farman doctors, 106 x-rays from 10 to 16 years old patients were analyzed.

Chronological age of occurrence of bone maturation stages according to the method of Hassel and Farman are 11.39 years for stage I, 12.42 years for stage II, 12.99 years for stage III, 14.15 years for stage IV, 14.89 for stage V and VI for stage 14.82. We found that women in every stage anticipate the men, also found that there were significant differences between the sexes both in stage II and stage III.

KEY WORDS:

Bone maturation, puberal growth peak, Hassel And Farman method.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Caracterización del problema

La globalización y las tendencias actuales motivan a la población a seguir patrones de moda y estética, es por ello que en la actualidad, la motivación estética para acudir a la consulta odontológica se hace cada vez más frecuente y los tratamientos ortodónticos son más solicitados, es así que el odontólogo requiere con frecuencia realizar la valoración de la edad ósea, lo cual es importante para realizar un buen diagnóstico y para elaborar un adecuado plan de tratamiento.

En el estudio realizado por Leoncio Menéndez, se realiza una revisión de 27 trabajos de incidencia de maloclusiones según Angle de varios departamentos del país, hallando una media del 83.4 % de maloclusiones⁽¹⁾, lo cual es sin duda una cifra muy alta, que evidencia el carácter social de este problema y a su vez muestra la necesidad de implementar métodos diagnósticos y terapéuticos de manera eficiente.

En el área de ortodoncia y ortopedia maxilar la edad es un dato muy trascendente al momento de la evaluación general, sin embargo no es tan importante la edad cronológica como la edad biológica del paciente. La edad cronológica es un dato obtenido rutinariamente de la historia clínica, la cual nos da un aproximado del estado de maduración biológica, basado en estándares previamente determinados; pero es necesario saber que cada individuo es influenciado, en su crecimiento y desarrollo, por diversos factores genéticos y ambientales, lo cual hará que individuos con una misma edad cronológica se encuentren atravesando diferentes estadios de maduración; en cambio la edad biológica está dada por el grado de maduración biológica, es decir el grado de crecimiento y desarrollo que ha experimentado un individuo, y el potencial de crecimiento que aún le resta.

La maduración ósea es un proceso continuo y el estadio de maduración ósea es una variable crítica en el manejo de pacientes en la disciplina de la Ortodoncia y ortopedia maxilar, es así que un plan de tratamiento puede variar entre diferentes opciones como ortopedia, cirugía ortognática, la realización o no de extracciones dentarias todo dependiendo del estadio de maduración del individuo, por consiguiente el tratamiento acertado de las diferentes maloclusiones no solo depende de un buen diagnóstico y la

selección una terapia adecuada a instaurar sino también del momento en el que debe aplicarse⁽²⁾.

El estudio de la maduración ósea es el método más seguro y fiable para evaluar la edad biológica de los individuos y para fijar la madurez fisiológica. La maduración esquelética u ósea se refiere al grado de desarrollo de osificación de un hueso, teóricamente cualquiera de las partes del cuerpo puede ser empleada en la valoración de la edad ósea; sin embargo, por facilidad, estandarización y reproducibilidad se han determinado ciertas radiografías como las más adecuadas para hacer esta valoración; entre ellas están la radiografía de carpo, radiografía de las vértebras cervicales y de la falange media del dedo medio de la mano^(3,4); empero tanto la primera como la última representan la necesidad de un examen radiográfico adicional, y en vista de que actualmente se busca reducir el número de radiografías a las mínimas necesarias investigadores como Lamparski, O'Reilly, Hassel entre otros, han desarrollado índices de maduración ósea con los perfiles de los cuerpos de las vértebras cervicales que aparecen en las radiografías laterales de cráneo usadas rutinariamente para el diagnóstico en ortodoncia, evitando de este modo el uso de radiografías adicionales.

Por otra parte, Lamparski, Moscoso, Vilar Martínez entre otros, han demostrado que la valoración del desarrollo óseo valorado mediante las características morfológicas de las vértebras cervicales es estadísticamente fiable y válido, y es clínicamente tan útil como la valoración esquelética mediante la radiografía de la muñeca⁽⁵⁾, es por ello que en la presente investigación se propone la utilización del método de Hassel y Farman, el cual está basado en el análisis de las vértebras cervicales para la valoración de la maduración ósea.

Finalmente, la mayoría de estudios realizados para crear índices utilizando este método fueron realizados en poblaciones extranjeras y más específicamente caucásicas, pero no se tienen datos acerca de estos índices en nuestra población, la cual es el resultado de una mixtura racial, además de que la ciudad del Cusco por estar situada en la cordillera de los andes a una altura de 3399 m.s.n.m. posee características que podrían influenciar en el crecimiento y desarrollo de su población.

Por las razones expuestas, el presente estudio contribuirá, en nuestro medio, en la determinación de mejores diagnósticos en el área de ortodoncia y ortopedia maxilar, y al mismo tiempo permitirá el desarrollo de planes de tratamiento adecuados.

1.2. Formulación del Problema

¿Cuál es la edad promedio en que ocurren los estadios de maduración ósea según el método de Hassel y Farman en pacientes de 10 a 16 años que acuden al Centro de Radiodiagnóstico Estomatológico Cusco, Enero-Marzo; 2011?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Determinar la edad cronológica promedio en que ocurren los estadios de maduración ósea según el método de Hassel y Farman en pacientes de 10 a 16 años que acuden al Centro de Radiodiagnóstico Estomatológico Cusco, Enero-Marzo 2011.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar la edad cronológica promedio en que ocurren los estadios de maduración ósea según el método de Hassel y Farman en pacientes del género femenino.
- Identificar la edad promedio en que ocurren los estadios de maduración ósea según el método de Hassel y Farman en pacientes del género masculino.
- Establecer la diferencia de edades en que ocurren los estadios de maduración según el método de Hassel y Farman entre pacientes del género femenino y masculino.

1.4. Justificación de la Investigación

El mundo moderno valora mucho la estética en diferentes campos y la ortodoncia no es ajena a esta tendencia, es así que estos tratamientos son cada vez más solicitados por la población.

En el área de ortodoncia uno de los factores determinantes a la hora de realizar un diagnóstico y un plan de tratamiento es establecer la edad ósea del paciente. Este dato es muy importante sobre todo cuando se desean corregir anomalías dento-esqueléticas.

Existen diversos métodos para valorar la maduración ósea, pero por facilidad, estandarización y reproducibilidad se han determinado ciertas radiografías como las más adecuadas para hacer esta valoración ósea, en este caso, siguiendo la tendencia de usar el

mínimo de radiografías posibles, reduciendo de esta manera la exposición y los costos por parte del paciente, se decide optar por el método de valoración de la maduración ósea de Hassel y Farman, el cual es valorado en la segunda, tercera y cuarta vértebras cervicales de las radiografías cefalométricas laterales, las cuales son solicitadas rutinariamente por el ortodoncista, el cual demostró ser tan válido y útil clínicamente como la valoración esquelética mediante la radiografía de la muñeca, según lo indican estudios como los realizados por Hong-Po y cols.⁽⁶⁾

La mayoría de estudios que permiten conocer los valores de edad promedio para cada uno de los estadios de maduración ósea y más específicamente el pico de crecimiento puberal han sido desarrollados en poblaciones extranjeras, sobre todo caucásicas. Es por ello la necesidad de contar con valores adecuados referenciales para nuestra población, con lo cual se podría ofrecer un óptimo tratamiento ortodóntico adecuado para nuestra realidad.

Originalidad: El presente estudio se considera original debido a que en la actualidad no se cuenta con valores de la edad promedio de los estadios de maduración ósea valorado mediante el Método de Hassel y Farman en la población Cusqueña.

Relevancia científica: La importancia de este trabajo se remite al aporte científico al campo de la ortodoncia, ya que no existen en la actualidad, en nuestro medio, valores estándar de la edad promedio de los estadios de maduración ósea y del pico de crecimiento puberal mediante el método de Hassel y Farman aplicables a nuestra población; que nos permitan desarrollar diagnósticos y planes de tratamiento más adecuados a nuestra realidad.

Relevancia social: Las deformidades dento-faciales pueden condicionar una baja autoestima en el individuo así como la falta de integración social. La importancia del trabajo para la sociedad, radica en el hecho de que a través del conocimiento de valores de edad promedio para los estadios de maduración ósea y del pico de crecimiento mediante el método de Hassel y Farman en nuestra población se podrá diagnosticar y tratar tempranamente anomalías dento-esqueléticas, además, debido a que el método de Hassel y Farman no requiere de una radiografía extra, se reducirá el número de radiografías necesarias y por consiguiente se reducirán costos y radiación para el paciente.

1.5. Limitaciones de la investigación

- Escasa bibliografía local existente.
- Alto costo de radiografías cefalométricas laterales.

1.6. Viabilidad del estudio

La realización del presente estudio es viable, tanto técnica, económica y operativamente; en cuanto se refiere a la disponibilidad de recursos tecnológicos, humanos y financieros; así como a la factibilidad de conducción de la metodología propuesta.

1.7. Aspectos Éticos

- El estudio estará sujeto a normas de Código de Ética Internacionales, "Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos establecidos en la Declaración de Helsinki de 2008". Se protegerá la vida, salud, intimidad y dignidad del ser Humano.
- Los exámenes incluidos dentro del presente estudio serán realizados bajo normas de bioseguridad.
- Se adoptarán medidas adecuadas para la protección tanto del paciente, como del operador frente a las radiaciones ionizantes, mediante el uso de mandilones de plomo.
- Los resultados de las evaluaciones radiográficas serán manejadas únicamente por el investigador y la publicación de los mismos será realizada de manera anónima.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Definiciones conceptuales:

- **Indicadores de madurez:** Aquellos caracteres de determinados huesos que son reconocidos en las radiografías y que por producirse de una manera regular y en un orden definido, marcan su avance hacia la madurez ⁽²⁾.
- **Dimorfismo sexual:** Capacidad de presentar características morfológicas distintas entre los diferentes sexos ⁽⁷⁾.
- **Pico de crecimiento:** El pico de crecimiento puberal (PCP) es la etapa donde el crecimiento del organismo llega a su máxima aceleración ^(6,4).
- **Edad ósea:** La edad ósea hace referencia al grado de desarrollo de las estructuras óseas (grado de maduración ósea), comparándolo con los patrones referenciales para determinada edad cronológica.
- **Crecimiento:** Es el aumento del tamaño de un organismo o algunas de sus partes. Se cuantifica por el incremento del peso, volumen o dimensiones lineales. Se produce por hiperplasia o por hipertrofia⁽⁶⁾.
- **Maduración:** Proceso por el que se adquiere un desarrollo completo. En los humanos abarca todas las capacidades físicas, orgánicas, emocionales e intelectuales que favorecen a un individuo actuar en su entorno con el mayor nivel posible de competencia⁽⁶⁾.
- **Hiperplasia:** Aumento del número de células ^(4,8).
- **Hipertrofia:** Aumento del tamaño de la célula o de la masa de sustancia intercelular por ella producida ^(4,8).

2.2. Antecedentes de la investigación

2.2.1. Antecedentes Internacionales

Lamparski, D; en su estudio "Valoración de la edad esquelética en vértebras cervicales, Pittsburgh; 1972" (Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae. Pittsburgh; 1972), identificó y utilizó características morfológicas que presentaban las vértebras en cada uno de los períodos estudiados, y con esto consiguió crear un "atlas descriptivo de radiografías estándares" asignándoles 6 estadíos. Para la determinación de estos períodos se utilizaron radiografías laterales de cráneo de la muestra seleccionada, observándose las vértebras cervicales. Por otro lado, realizó radiografías de muñeca asignando la edad ósea a cada paciente mediante el método de Grewlich y Pyle. Entre las conclusiones del trabajo está que la valoración de la edad vertebral en las telerradiografías es estadísticamente fiable y válida y es clínicamente tan útil como la valoración esquelética mediante la radiografía de la muñeca. Otro hallazgo fue que los indicadores de maduración, vertebral, de niños y niñas son los mismos, la diferencia es que en niñas cada estado de desarrollo se produce más temprano ⁽⁵⁾.

Moscoso, M., Tenorio, J. y Patiño, CA.; en su estudio "Importancia del estudio de la columna cervical en la radiografía cefalométrica lateral para la determinación de la edad esquelética" (Importanza dello studio della colonna cervicale sulla telerradiografia latero-laterale per la determinazione dell' età scheletrica; 1987), considerando que la telerradiografía es suficiente para la determinación de la edad ósea entre los 10 y los 16 años y tomando en cuenta las características del borde inferior tanto de la apófisis odontoides del Axis, como del cuerpo de las siguientes vértebras cervicales realizan un estudio con 209 niños de edades comprendidas entre los 5 y los 17 años de edad, a los que realizaban radiografía de muñeca, telerradiografía lateral de cráneo y panorámica, clasificándolos por edad y sexo resultando 110 del sexo femenino y 99 del sexo masculino. Llegan a la conclusión de que el conocimiento de la edad ósea es muy importante para el pronóstico de todo tratamiento ortodóntico, ya que se observó una gran discrepancia entre la edad ósea y la edad cronológica. La columna vertebral puede reemplazar de forma segura a la radiografía de la muñeca en etapas limitadas del período de crecimiento puberal, siendo un método sencillo, de fácil obtención encontrando una diferencia de maduración más precoz en las niñas que se evaluó en dos años ⁽⁹⁾.

Hassel, B. y Farman, A.; en su estudio “Evaluación de la maduración esquelética en vértebras cervicales” (Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae) en Cleveland, Estados Unidos, el año de 1995; presentó un trabajo cuyo propósito fue proporcionar al ortodoncista herramientas para determinar el crecimiento potencial en el paciente adolescente. Para lo cual utilizó una radiografía lateral de cráneo, la cual normalmente se realiza como paso previo al diagnóstico y observó los cambios anatómicos en las vértebras cervicales, determinando de ésta manera la maduración ósea del paciente, comparando sus resultados con los estadios de maduración esquelética de Fishman. En base a este estudio se determinaron 6 estadios, Inicio, Aceleración, Transición, Deceleración, Maduración y Terminación, este trabajo nos comenta la evolución de la forma de las vértebras cervicales que iniciándose con una apariencia trapezoidal, evolucionan hacia una forma cercana al cuadrado generándose concavidades en los bordes inferiores de las mismas ⁽¹⁰⁾.

Rivas, C., Avaria, C., y Guzmán, C.; en su estudio titulado “Correlación Entre Edad Cronológica y Maduración Ósea en Vértebras Cervicales en Adolescentes Chilenos para Determinar Pico de Crecimiento Puberal , Chile; 2009”, con el objetivo de clasificar a un grupo de jóvenes chilenos de entre 8 a 16 años de ambos sexos, a través del método de clasificación de las vértebras cervicales propuestas por Hassel y Farman y determinar cuál es la edad cronológica que coincide con el pico puberal según la clasificación de maduración usada, que sería alrededor del estadio III, utilizaron 324 radiografías del tipo telerradiografías y a través de un protocolo de clasificación según Hassel y Farman fueron analizadas por 2 examinadores calibrados. Este estudio permitió determinar la correlación existente entre la edad cronológica del pico puberal y la del estadio de maduración ósea III, la cual correspondió a 13 años en los hombres y de 12 a 13 años en mujeres ⁽¹¹⁾.

2.2.2 Antecedentes Nacionales

Ramos, O.; en su estudio "Evaluación de los estadios de maduración esquelética según Fishman en niños de 8 a 16 años de edad del distrito de Tambo de Mora-Chincha, 2004" determinó y evaluó el momento de aparición de los estadios de maduración esquelética. Fueron tomadas radiografías cárpales a 180 sujetos (90 varones y 90 mujeres). Se utilizó el método de Fishman para determinar el momento de aparición de cada estadio. La edad promedio para el inicio de la curva de crecimiento fue de 9,18 años en varones y 8,00 años en mujeres. El pico máximo de velocidad de crecimiento puberal en mujeres, fue a menor edad que en los varones, la edad promedio para dicho pico fue a los 10,83 años en las mujeres (Estadio de Fishman 6) a diferencia de los varones, donde la edad promedio fue de 13,95 años (Estadio de Fishman 7). Existió una alta correlación entre estadio de maduración esquelética y estatura, como también estadio de maduración esquelética y edad. ($p < 0.001$)⁽¹²⁾.

Adriazola y col.; en su estudio "Estadios de maduración esquelética en grupos poblacionales que residen a diferente altitud, Lima y Cerro de Pasco, 1996", evaluaron a 327 escolares en Lima y 292 escolares en la ciudad de Cerro de Pasco. Tomando una radiografía del dedo medio de la mano izquierda y empleando el método de Hagg U. Taranger J. para evaluar la edad ósea y observaron que el estadio G se presentó más temprano en mujeres, en ambas ciudades. Las mujeres de Cerro de Pasco alcanzan más tarde el estadio G en relación con las mujeres de Lima. El estadio G en Cerro de Pasco se observó entre los 12.6 a 13.5 en mujeres y entre los 13.6 a 14.5 años en hombres. La altura tiene considerable efecto en relación con la edad, talla y género⁽¹³⁾.

Guiulfo, N.; Edad promedio del pico de crecimiento puberal en adolescentes del Centro Médico Naval "CMST" 2007- 2008, (Lima-2008), realizó un estudio, el cual evaluó 203 radiografías cefalométricas de pacientes niños entre los 10 a 16 años de edad, atendidos en Servicio de Ortodoncia del Departamento de Odontostomatología del Centro Médico Naval "CMST" en Lima en diciembre 2007 y Enero 2008; para determinar la edad promedio del pico de crecimiento puberal en una población peruana mediante los estadios de Maduración Esquelética propuestos por Hassel y Farman que se encuentran dentro de los valores promedio con las poblaciones europeas que es de donde se han realizado la mayoría de trabajos de

investigación, y observar si existen diferencias significativas entre hombres y mujeres.

La edad promedio para cada estadio fue de 11.25 años para el estadio I, 11.58 años para el estadio II, 12.5 años para el estadio III, 13.75 años para el estadio IV, 14.33 para el estadio V y de 15.1 años para el estadio VI. De los 203 pacientes, 85 pacientes (47 mujeres y 38 hombres) se encontraban dentro del pico de crecimiento puberal (Estadio 3), siendo la edad promedio para el sexo femenino 12,04 años de edad y para el sexo masculino 13 ,07años de edad. Al comparar nuestros resultados con estudios realizados en Europa, se encontró similitud entre estos. Pero al compararlo con trabajos realizados en el Perú se observó un retraso de año y medio aproximadamente en las mujeres y de un año en los hombres⁽⁶⁾.

2.3. Marco Conceptual

2.3.1. Crecimiento y desarrollo

El crecimiento y el desarrollo no se producen en el niño independientemente, sino que representan una diversidad y continuidad de interacciones entre la herencia y el ambiente, manteniendo las proporciones ⁽³⁾.

Los términos crecimiento y desarrollo se aceptan ampliamente en conjunto para designar los procesos químicos, físicos y psicológicos que causan los cambios estrechamente vinculados a las formas y funciones de todos los tejidos del cuerpo ⁽³⁾.

2.3.1.1. Crecimiento:

El crecimiento puede ser definido como los cambios normales en cantidad de sustancia viviente ⁽¹⁴⁾.

El crecimiento es un aumento permanente e irreversible de volumen, limitado en el tiempo y espacio, en duración y magnitud ⁽⁴⁾.

Se entiende por crecimiento al aumento de las dimensiones de la masa corporal. Esto es debido a la hipertrofia e hiperplasia de los tejidos constitutivos del organismo ^(2,5,9). Esta definición por lo tanto nos señala el carácter cuantitativo del crecimiento, es decir que puede ser medido en función de cm/año; gramos/día ⁽¹³⁾. Típicamente, igualamos crecimiento con agrandamiento, pero hay circunstancias en las que el crecimiento resulta en una disminución normal de tamaño, por ejemplo, la glándula timo de la pubertad ⁽¹⁴⁾.

El crecimiento puede resultar de un incremento o decrecimiento en la talla, cambio en las proporciones, complejidad, textura, etc., pero siempre un cambio cuantitativo ^(3,14).

2.3.1.2. Desarrollo:

El desarrollo se refiere a los procesos de cambios cuanti-cualitativos que tienen lugar en el organismo humano y juntos traen el aumento en la complejidad de la organización e interacción de todos los sistemas ⁽³⁾.

También se refiere a cambios unidireccionales que ocurren en un ser viviente desde constituirse como una simple célula hasta la muerte ^(3,14).

La base de estos eventos es la diferenciación celular, cualidad que le lleva paulatinamente a alcanzar el perfeccionamiento de la capacidad funcional ^(14,8).

El desarrollo indica una maduración progresiva y la diferenciación de órganos y sistemas, que condicionan una creciente maduración funcional.

El desarrollo está caracterizado por cambios en complejidad, un cambio hacia la fijación de la función, y más independencia, todo ello bajo control genético, pero modificado sin embargo por el ambiente ⁽¹⁴⁾.

Desarrollo es igual al crecimiento más diferenciación más translocación. Estos términos no son sinónimos ⁽¹⁴⁾.

2.3.1.3. Maduración:

El término maduración representa para muchos los cambios ocurridos con la edad. Puede pensarse en la pubertad como un período de maduración rápida, así como también de crecimiento acelerado. Sin embargo. Se puede hablar de órgano maduro cuando éste ha alcanzado su mayor grado de perfeccionamiento funcional ^(3,14).

2.3.1.4. Diferenciación:

Es el cambio desde células o tejidos generalizados a tipos más especializados durante el desarrollo. Diferenciación es cambio en calidad o tipo ⁽¹⁴⁾.

2.3.1.5. Maduración Biológica:

Durante el proceso de crecimiento y desarrollo los individuos pasan por diferentes estadios que implican un grado creciente de maduración. Cada individuo se caracteriza por tener su propio ritmo, lo cual se ha denominado: Tempo de crecimiento. Dentro de éste, habrá individuos que lo hagan más rápidamente,

otros más lentamente y el resto, a un ritmo que pudiéramos denominar intermedio⁽³⁾.

Es evidente que se requiere alguna forma de valorar la maduración biológica, ya que el conocimiento de la edad cronológica no nos informa el grado de maduración del individuo⁽³⁾.

La edad cronológica no es un índice exacto para revelar los niveles verdaderos de maduración corporal. Esto se debe a que no siempre todos los individuos de una misma edad cronológica han completado necesariamente el mismo estadio de maduración^(17,18).

Moyers afirma que no siempre los individuos con determinada edad cronológica están en el mismo estadio de desarrollo biológico⁽¹⁴⁾.

La edad fisiológica, conocida también como edad biológica o edad del desarrollo, es una medida significativa de la maduración corporal, y es más importante que la edad cronológica^(15,16).

Como los individuos se desarrollan en patrones diferentes, produciendo variabilidad, todos los individuos en una determinada edad cronológica no son necesariamente del mismo tamaño y del mismo estadio de maduración y desarrollo⁽¹⁴⁾.

Durante mucho tiempo se dio la búsqueda de eventos que sirvieran de guía para elaborar métodos de valoración del grado de maduración alcanzado. La emergencia de determinados dientes y su mineralización, la mineralización de determinadas epífisis óseas, la ocurrencia o no de la menarquía, los cambios puberales en las mamas, vello pubiano y genital, fueron analizados, lo que originó diversos métodos de valoración de la maduración biológica^(3,14).

El indicador clásico es a través de la radiografía de mano-muñeca, evaluada por el radiólogo, que examina maduración ósea en huesos de la mano y muñeca. Las radiografías de mano y muñeca han sido usadas para éste propósito de muchas maneras por muchos investigadores. La premisa que sirve de base es que los

cambios óseos vistos en la mano y la muñeca son indicadores de más cambios esqueléticos generales.

2.3.2.División Cronológica de la Vida Humana

La historia física del hombre, o mejor dicho, la historia de su vida es similar a la de la mayoría de los vertebrados superiores, y se caracteriza por modificaciones continuas de su ciclo vital, que se inicia con el huevo fecundado y termina con la muerte. El ciclo es variable por la hereditariadad, la raza, el sexo, las condiciones ambientales y su tiempo de duración puede dividirse en periodos o fases:

1. Periodo Prenatal o de vida Intrauterina:

Corresponde a la fase del desarrollo anterior al nacimiento. La duración de este periodo es de 10 meses lunares (cerca de 280 días contados a partir del comienzo de la última menstruación o 266 días contados de la fecha presumible de la ovulación) o de nueve meses solares. Se subdivide en las siguientes fases:

- Huevo o germen: que se extiende desde la anfigmixia (cópula de los gametos) hasta la fase de segmentación (clivaje), dura cerca de 14 días.
- Fase embrionaria (desde el 14° día hasta el final del segundo mes), que se inicia con la formación del disco embrionario y termina cuando los principales órganos del cuerpo comienzan a diferenciarse. En esta fase de la vida, el aspecto externo y la organización estructural proporcionan las mejores indicaciones sobre la edad del embrión. La mensurabilidad del embrión suministra datos más precisos.
- Fase fetal (se inicia en el 60° día y termina cuando el feto está completo) durante la cual se diferencian los principales sistemas y órganos, y se establece la forma externa del cuerpo. Esta fase se subdivide en post-embrionaria, que se extiende desde el 60° día hasta el final del 6° mes solar, y fetal propiamente dicha (de madurez relativa), que se extiende desde el 7° mes hasta el final del 9° mes solar.

Durante el periodo germinal, el huevo posee un estado de vida autónoma, pero al iniciarse la fase embrionaria, pasa para la vida parasitaria que se prolongará hasta el final de la fase fetal.

Al terminar el noveno mes de vida uterina el feto es expulsado y recibe el nombre de recién nacido. El nacimiento es una etapa que señala el paso del feto, de la vida parasitaria de feto para la vida semiparasitaria de recién nacido, cuando se inicia el periodo posnatal.

2. Periodo posnatal:

Que se extiende desde el nacimiento hasta la senilidad. Puede dividirse en varios estadios de duración variable a causa de la raza, sexo, constitución física y condiciones ambientales.

- Fase neonatal, corresponde a las dos primeras semanas después del nacimiento, cuando el niño pierde peso por causa de la emisión de orina y meconio y de la evaporación cutánea y pulmonar.
- Infancia, corresponde al periodo restante del primer año de vida. En el transcurso del primer semestre, también llamado predeutario, el niño es lactante, no se mantiene erecto, ni camina. En los últimos cuatro meses el niño, ya con alimentación mixta, se mantiene en posición erecta y empieza a caminar.

3. Niñez (pueril):

Es el periodo comprendido entre el comienzo del 2° año y la pubertad. Aunque sus límites no sean precisos y generalmente tenga duración bastante variable, este periodo puede ser dividido en varias fases:

- Turgor Primus (segunda infancia) – que se extiende desde los 2 hasta los 6 años, es una fase de completa modificación del régimen alimenticio, con sustitución de la succión por la masticación del alimento, y en la que se completa la dentición decidua.
- Proceritas Prima (pequeña pubertad) – que se manifiesta alrededor de los 6 años, casi siempre con la aparición del primer molar permanente
- Turgor Secundus – corresponde a la edad de 8 a 10 años, cuando comienza el cambio de los dientes, con la erupción de los incisivos permanentes.

4. Adolescencia:

Que va desde los 10 a los 20 años más o menos. Se caracteriza por una serie de modificaciones morfológico-funcionales y psíquicas, que aluden no sólo al establecimiento del dimorfismo sexual, sino también a la constitución individual. Este periodo puede dividirse en varias fases:

- Prepubertad: (proceritas secunda), que se extiende desde los diez años hasta la pubertad.
- Pubertad: se caracteriza por el inicio de las funciones sexuales y la aparición de los caracteres sexuales secundarios. Esta fase es de duración muy variable y comienza en las mujeres con la aparición de la menstruación (menarquía), que ocurre a los 13 años \pm 2. Para los hombres, no hay un criterio tan definido, pero se considera que la pubertad comienza a los 15 años \pm 2, considerando la edad ósea correspondiente a la de las mujeres, en la época de la menarquía.
- Pospubertad: (tugor tertius o nubilidad), que se extiende desde la pubertad hasta los 18 años en la mujer y hasta los 20 años en el hombre. El individuo que era adolescente y después joven crece en estatura, pero muy poco (a los 15 años ya debe tener el 90% de su altura total); el crecimiento transversal y ponderal continua, con el consiguiente aumento de las formas externas; mejora la capacidad de producir nuevos individuos y se aceleran los procesos morfofuncionales que llevan a la completa madurez física y psíquica.

5. Madurez:

Virilidad, que se extiende desde los 20 a los 60 años y se subdivide en las fases de virilidad creciente, hasta los 35 años para la mujer y 40 años para el hombre; virilidad constante, hasta los 40 años para la mujer y 50 años para el hombre; virilidad decreciente, hasta los 50 años para la mujer y 60 años para el hombre. Durante la primera fase de la madurez, el adulto continúa creciendo, tanto en el sentido transversal como en peso, principalmente por la acumulación de grasa a causa de la hipertrofia muscular y crecimiento de algunas vísceras.

En cambio, los valores ponderales oscilan por varios motivos, especialmente debido a la grasa. Cuando termina la fase anaplásica, de energía creciente, el adulto entra en la fase de equilibrio dinámico. En la fase decreciente aparece la menopausia. Por esta castración natural, se observa en muchas mujeres un aumento del panículo-adiposo, que también aparece o puede aparecer en el hombre después de los 50 años.

6. Decadencia:

Aetas terminalis, es la fase cataplásica, de energía decreciente distinta en la vejez (hasta los 80 años) y senilidad (decrepitud, senectud o longevidad). Ya en la vejez (y principalmente en la senilidad) se acentúa la disminución de la estatura, que se inició en el periodo anterior a consecuencia de la encorvadura de la columna vertebral, de los discos intervertebrales que

se afinan y de las alteraciones en las articulaciones de los miembros inferiores. Al ser afectados por procesos de esclerosis y atrofia, el peso del cuerpo disminuye, así como el volumen de la mayoría de las vísceras.

El individuo se vuelve macilento y las modificaciones de su tegumento y cabeza configuran la facies senil. Todos los periodos y fases del ciclo de la vida humana suceden con ritmo y velocidades desiguales, intercalados por momentos críticos, pero enlazados y coordinados de forma que no haya interrupciones durante todo su curso. Desde la fecundación hasta el nacimiento desde la pubertad hasta la madurez, y desde ésta hasta la muerte (etapas que marcan el inicio, las fases críticas y el fin de la vida), todo pasa en un incesante fluir. ^(4, 17, 218)

2.3.3. Velocidad de Crecimiento:

Las diferentes partes del cuerpo humano crecen con diferentes velocidades. Estas se modifican con la edad. Las proporciones se obtienen porque los tejidos y los órganos crecen con diferente ritmo y en diferentes épocas. A pesar de que el crecimiento es un proceso ordenado, hay momentos en que se intensifica y otros en que mantiene una relativa estabilidad.

Al analizar la curva de velocidad del crecimiento total se observa que se manifiesta muy rápido en los primeros meses de vida y disminuye progresivamente, ya que los incrementos anuales de crecimiento se hacen cada vez menores. Existe un ligero incremento en la curva de velocidad, llamado "el brote medio de crecimiento" el cual ocurre en algunos niños entre los 6 y 8 años de edad.

Posteriormente, de los 13 a 15 años en hombres y 11 a 14 en mujeres, hay una aceleración marcada de crecimiento, llamada "el brote de crecimiento de la pubertad", "empujón de la pubertad" ó "pico de velocidad de estatura (PVE.)", en el que se observa una etapa de máximo crecimiento denominada "pico de velocidad de crecimiento (PVC.)"⁽²⁾.

Se han encontrado diferencias en las edades del crecimiento puberal entre los dos sexos⁽²¹⁾. El crecimiento en el niño se divide en varias etapas, dependiendo de cada una de ellas, el crecimiento será mayor o menor, así durante primer año del bebé el crecimiento es todo un récord, pudiendo crecer hasta 26 centímetros en los primeros 12 meses.

El segundo año del niño también está marcado por un rápido aumento de tamaño pero muy inferior al del primer año. A partir de los 2 hasta los 5 años con una media aproximada de 8 centímetros por año.

Cuando los niños han cumplido ya los 5 años, parece que la velocidad de crecimiento se estabiliza en torno a una media constante de unos 6 centímetros por año hasta que el niño cumpla los 12. Sin embargo, desde los 12 años hasta los 14 años vuelve a acelerarse la velocidad de crecimiento hasta llegar a los 9 centímetros por año o incluso mucho más, es lo que se denomina popularmente “estirón” ⁽¹⁹⁾.

2.3.4. Curva de crecimiento:

Es una gráfica la cual representa la velocidad de crecimiento del niño y el adolescente. Dicha gráfica tiene una forma de “S”, y se puede graficar en un plano de coordenadas, donde en el eje horizontal está representado por la edad (años) y el eje vertical por la cantidad de centímetros por año.

Esta curva tiene diferentes estadios, los cuales van a presentarse de acuerdo a la edad del niño ⁽¹⁹⁾. Así tenemos:

1. Pico de crecimiento infantil: es el que se da en la segunda infancia, aproximadamente a los 8 años de edad ⁽¹⁹⁾.
2. Estadio de Aceleración: se da más o menos a los 10 – 12 años de edad, en esta fase el crecimiento es de tipo exponencial, ya que hay un ascenso en la curva, y el niño empieza a crecer más ⁽¹⁹⁾.
3. Pico de crecimiento puberal: Es el máximo crecimiento que presenta el niño, se da aproximadamente entre los 12 – 14 años de edad, dependiendo del género.
4. Estadio de Descenso: El individuo ya no crece con la misma velocidad que las etapas anteriores, lo hace de una manera más lenta y en menos cantidad; hasta llegar al final de su crecimiento. Ocurre dos años después del Pico de crecimiento puberal ⁽¹⁹⁾.

2.3.5. El Pico de Crecimiento Puberal:

El pico de crecimiento puberal es un fenómeno constante y ocurre en todos los niños, aunque varíe individualmente en intensidad y duración. En el sexo masculino ocurre entre los 12,5 y 15 años y es responsable por una ganancia en estatura de aproximadamente 10 cm (10 a 30 cm) y un aumento de peso de 20 kg a 30 kg. La época en que esta velocidad máxima es alcanzada, es alrededor de los 14 años, pudiéndose localizar entre los 12 y los

17 años de edad. En el sexo femenino el pico de crecimiento puberal se inicia cerca de 2 años antes que en el sexo masculino. Se extiende generalmente, de los 10,5 a los 13 años de edad, y es de menor magnitud, con una velocidad de crecimiento máxima de 8 cm anuales ⁽¹⁹⁾.

Todas estas alteraciones en el esqueleto son más marcadas en el sexo masculino. El hecho de que las niñas inicien el pico de crecimiento puberal más precozmente que los niños (alrededor de los 12 años de edad), hace que ellas sean, en promedio, más altas que ellos, situación que se invierte con la maduración del sexo masculino ⁽²²⁾.

Por lo general, el brote de crecimiento puberal se inicia en las niñas, entre los 10 y 12 años, y en los varones, entre los 12 y 14 años, con un margen de variación de 3-6 años. Se habla de trastornos del ritmo de crecimiento cuando se produce una desviación de +- 2 años entre la edad cronológica y la biológica ⁽³⁾.

Durante los últimos 100 a 150 años, la edad en la que ocurre el pico de crecimiento, se ha vuelto más precoz en los países industrializados. La menarquía, uno de los indicadores de maduración, en el siglo XIX, en Europa, ocurría en promedio entre los 15 y los 17 años de edad, mientras que actualmente, este evento ocurre entre los 12,5 y 13 años de edad. Se intenta explicar este hecho debido a la mejor nutrición, menos enfermedades, mayor exposición a la luz en las residencias modernas, y el aumento en la estimulación psicosocial ^(19,20).

2.3.6. Factores que influyen en el proceso de crecimiento y desarrollo:

Son numerosos los factores que pueden ejercer su influencia en el proceso de maduración, además estos pueden estar relacionados entre sí, haciendo más compleja su comprensión y explicación sobre su influencia en la maduración ⁽¹³⁾.

El crecimiento y desarrollo, dependen de factores intrínsecos (dotación genética del individuo) y de factores extrínsecos (alimentación, ambiente, enfermedades, etc.)

Entre los factores que pueden influenciar el crecimiento y desarrollo se encuentran la herencia, nutrición, enfermedades, raza, clima y estaciones, los factores socioeconómicos, ejercicio físico, hábitos, tamaño de la familia, orden de nacimiento, niveles hormonales, tendencias seculares y trastornos psicológicos ^(3,21).

Moyers afirma que los niños que viven en condiciones favorables tienden a ser más altos, desplegando diferentes tipos de crecimiento (rango crecimiento y peso) y muestran variaciones en los tiempos de crecimiento cuando se les compara con niños en condiciones socioeconómicas más desfavorables; esto se corrobora en el estudio realizado por Vellini⁽⁴⁾.

Estudios en nuestro país reportan que los cambios hormonales, funcionales, somáticos y psicológicos, asociados al inicio de la pubertad, son más tardíos en residentes de altura, por ejemplo Cerro de Pasco, Huancayo y Cusco, que en las zonas de la costa (Lima). Se sostiene que un factor importante que influencia este retardo, es el estrés originado por la hipoxia a que están sujetos estos pobladores, un factor menor, poco estudiado, parece ser la mayor radiación presente en estos lugares⁽²²⁾.

Se ha demostrado que en la altura la actividad metabólica es mayor que a nivel del mar y éste sería el mecanismo por el cual la altura influiría en el retardo de la pubertad, aumentando la actividad metabólica por la hipoxia, y de esta manera causando menor respuesta tisular⁽²²⁾.

2.3.7. Pico de Crecimiento Craneofacial:

El aumento en la tasa de crecimiento en estatura, durante el pico de crecimiento puberal, involucra también el esqueleto craneofacial. El desarrollo facial sigue la misma curva que el desarrollo somático general⁽²²⁾.

Björk verificó que la curva de velocidad de crecimiento en estatura de un individuo, es un instrumento adecuado para evaluar el crecimiento facial, debido a la proximidad entre el pico de crecimiento puberal en estatura y ciertas dimensiones faciales, como la maxilar y la mandibular^(2,23).

Otros estudios indican que hay una relación muy cercana entre determinadas edades esqueléticas y los picos de crecimiento en estatura y cambios importantes en las dimensiones faciales. Una información de esta naturaleza es muy útil en el diagnóstico y en la planeación de un tratamiento de ortodoncia o de ortopedia, ya que, en muchas ocasiones, es necesario considerar si el crecimiento se debe acelerar o retardar en un paciente, sobre todo, en los casos en donde existen discrepancias esqueléticas maxilomandibulares⁽²¹⁾.

El crecimiento de las suturas faciales generalmente queda terminado, en el momento en que la epífisis del radio se cierra o excepcionalmente un año más tarde. La terminación del crecimiento de los cóndilos y la altura corporal puede coincidir con el cierre de la epífisis radial, pero generalmente ocurre 1 o 2 años después. Inmediatamente después del pico de crecimiento corporal hay un aumento de la velocidad de crecimiento de la mandíbula y el maxilar en ambos sexos, siendo mayor la velocidad del maxilar en las niñas y de la mandíbula en los niños. El crecimiento del tercio superior de la cara está llegando a su terminación durante el período postpuberal, mientras que la mandíbula continúa creciendo, un poco más lento, pero todavía suficiente, para producir apiñamiento o trastornos oclusales (19,20)

Se debe resaltar que el crecimiento craneofacial, el sistema nervioso central, y el neurocráneo asociado, son muy precoces en su crecimiento y desarrollo, completando aproximadamente el 80% del crecimiento total entre el sexto y octavo año de edad. Sin embargo el tercio medio de la cara y la mandíbula tienden a seguir una curva de crecimiento general o somática similar a la del crecimiento esquelético de las extremidades, para la edad de 8 a 10 años han completado sólo un 50 % de su crecimiento total. De este modo el tercio medio de la cara y la mandíbula tienen un potencial considerable de crecimiento remanente entre los 10 y 20 años de edad; esto permite lograr un impacto de tratamiento significativo en el tamaño final durante ese período de tiempo (22).

El crecimiento de la mandíbula en la clase III es diferente que en la clase I. Una mandíbula crece normalmente en longitud 5 a 5.55 mm en el pico de crecimiento; en la clase III la cantidad de crecimiento en longitud es mayor: 8 a 8.5 mm aproximadamente y el pico de crecimiento dura más de un año o año y medio; la cantidad de crecimiento es diferente que en la normoclusión y el brote de crecimiento ocurre más tarde y dura más tiempo, esto es importante para planificar, hacer el tratamiento y al mandar al paciente al cirujano en los casos necesarios (2).

El crecimiento en estatura por sí solo, no es una indicación precisa de maduración esquelética, siendo necesaria la recolección de informaciones adicionales sobre el desarrollo dentario, el nivel de osificación esquelética y de las características sexuales secundarias (19,20).

El crecimiento del maxilar superior y de la mandíbula se "completa" (es decir, disminuye hasta alcanzar el ritmo lento que caracteriza a los adultos normales) siguiendo una

secuencia definida en los tres planos del espacio. Primero se completa el crecimiento en anchura, a continuación el crecimiento en longitud y, por último, el crecimiento en altura. El ensanchamiento de ambos maxilares, incluidos ambos arcos dentales, tiende a completarse antes del estirón puberal y se ve escasa o nulamente afectado por los cambios del crecimiento de la adolescencia. La anchura intercanina aumenta poco o nada luego de la pubertad. Ambos maxilares siguen creciendo en longitud a lo largo del período puberal. En las chicas, el crecimiento longitudinal de los maxilares casi ha cesado unos dos o tres años después de la menarquía. En los chicos, el crecimiento longitudinal no suele disminuir hasta unos cuatro años después de haber alcanzado la madurez sexual. El crecimiento vertical de los maxilares y de la cara se prolonga en ambos sexos más que el crecimiento longitudinal. El incremento de la altura facial y la erupción concomitante de los dientes prosigue durante toda la vida ⁽²⁴⁾.

El crecimiento del complejo nasomaxilar debe adaptarse al del basicráneo al que está unido y a la mandíbula con la que funciona en la masticación, la dicción, expresión facial, respiración, etc. Los mecanismos para su crecimiento dependen de las suturas, el tabique nasal, las superficies periósticas y endósticas, y los procesos alveolares. Los estudios clásicos sobre implantes de Björk y Skieller confirman que la altura maxilar aumenta debido al crecimiento sutural hacia los huesos frontal y cigomático y al crecimiento aposicional en el proceso alveolar y piso de las órbitas ⁽²⁾.

Los aumentos en el proceso alveolar están estrechamente relacionados con la erupción de los dientes. Los aumentos en la altura maxilar total coinciden muy bien con el crecimiento vertical en la mandíbula. Hay algún ritmo general parejo del crecimiento maxilar y mandibular total, porque ambos coinciden bastante con el crecimiento corporal general, aunque el crecimiento sagital mandibular generalmente se retrasa hasta acelerarse el período pre-puberal. El ancho bipolar en la región del primer molar se correlaciona muy bien con el crecimiento vertical del maxilar, crecimiento en la sutura media palatina, y crecimiento en altura ⁽²⁾.

La rama de la mandíbula aumenta en altura de manera bien correlacionada con la longitud del cuerpo y la longitud mandibular total, y los períodos de crecimiento acelerado coinciden aproximadamente con los aumentos en estatura. El crecimiento del proceso alveolar está controlado directamente por la erupción de los dientes, y se reabsorbe cuando los dientes son exfoliados o extraídos. Los movimientos de crecimiento mandibular, en general, son complementados por cambios correspondientes que ocurren en el maxilar superior. A

medida que el maxilar es desplazado hacia adelante y abajo, se produce un desplazamiento simultáneo de la mandíbula en direcciones equivalentes y extensión aproximada. Los brotes en las dimensiones mandibulares son comunes pero no universales y se ven con mayor frecuencia en varones que en niñas, aproximadamente 1 año y medio más temprano en éstas. El brote más importante en el crecimiento mandibular es el relacionado con la pubertad; suele ocurrir un poco antes que el pico de crecimiento acelerado de crecimiento estatural ⁽²⁾.

2.3.8. Crecimiento puberal y el tratamiento ortodóntico:

Durante la vida manifestamos diversos estadios de crecimiento y desarrollo, para la ortodoncia y la ortopedia maxilofacial los más importantes ocurren durante la etapa puberal (alrededor de los 10 a 15 años de edad), durante estos estadios se pueden lograr grandes cambios esqueléticos, oclusales y dentarios en el paciente ⁽³⁾.

El ortodoncista debe conocer y entender los conceptos de crecimiento y desarrollo corporal y craneofacial para llegar a establecer un adecuado diagnóstico y plan de tratamiento, ya sea ortodóntico y/o ortopédico. Especialmente en pacientes portadores de maloclusiones y que están en edad de crecimiento ⁽²²⁾.

La existencia de un pico de crecimiento craneofacial es de suma importancia, una vez que se confirman tasas de crecimiento sustanciales en esta época, él justifica el tratamiento ortodóntico-ortopédico para corregir discrepancias esqueléticas durante este período ^(19,20).

Las decisiones clínicas sobre el uso de fuerzas de tracción extraoral, aparatos funcionales, tratamientos con extracciones versus no extracciones o tratamientos con cirugía ortognática se basan principalmente en consideraciones de crecimiento.

Una serie de indicadores de crecimiento descritos en la literatura están disponibles actualmente para el ortodoncista ⁽²²⁾.

En ortodoncia y ortopedia dentofacial, es importante identificar los niveles de maduración individuales de un niño para evaluar los eventos esperados de desarrollo ⁽²¹⁾.

No es necesario saber, para un ortodoncista, la edad ósea exacta del paciente, pero lo que es importante, es saber el restante potencial de crecimiento durante el período de tratamiento y el porcentaje de crecimiento esperado en el momento del tratamiento ⁽²²⁾.

El niño siempre está creciendo, en algún momento de la adolescencia ocurre el pico o brote de crecimiento puberal y hay que detectarlo con un indicador biológico de madurez esquelética ^(2,19,20).

Para realizar el tratamiento con aparatología ortodóntica y ortopédica debemos conocer el momento oportuno para iniciar el tratamiento según la indicación del análisis de maduración (indicador biológico de madurez esquelética) para tratar problemas en cualquiera de sus planos o dimensiones. Si aplicamos una terapia ortopédica luego de que el paciente ha culminado su proceso de crecimiento, obviamente no lograremos resultados ortopédicos como tal (estimulación o modificación del patrón de crecimiento óseo); a su vez, si por ejemplo intentamos estimular el crecimiento sagital mandibular en una fase de escaso potencial de crecimiento, los resultados ortopédicos serán mínimos, pues el efecto ortopédico depende de manera absoluta del potencial de crecimiento del individuo. No obstante, aparatología ortopédica (funcional o no) utilizada en un paciente esqueléticamente maduro puede producir movimientos ortodónticos (movimientos dentarios dentro de sus bases óseas sin alterar tamaño ni forma esquelética) gracias a la capacidad remodelativa de los procesos alveolares, aun cuando no sean los aparatos más indicados ⁽²⁾.

El tiempo es una dimensión importante a la hora de trabajar la ortopedia maxilofacial, ya que hacerlo en el momento ideal nos garantiza la eficiencia y efectividad del tratamiento. Si se conoce el momento del pico de crecimiento craneo-facial se puede disminuir la duración del tratamiento. De la misma manera, si se aplica una terapia ortopédica finalizando o luego de finalizado el crecimiento craneofacial, no se conseguirán cambios esqueléticos importantes ⁽²⁾.

Determinar el tiempo no nos dice cuanto va a crecer el complejo craneofacial pero sí nos dice cuando ocurre el crecimiento principal en un tiempo determinado ⁽²⁾.

A su vez es determinante conocer las bondades y limitaciones de las diferentes opciones terapéuticas ortopédicas en estrecha relación con el potencial de crecimiento del paciente ⁽²⁾.

Debemos conocer si el niño se encuentra antes del pico de crecimiento, en el pico o después del pico, y saber en qué momento o fase del crecimiento conviene aplicar las diferentes terapias o tratamientos tendientes a corregir las maloclusiones clase I, clase II, clase III, problemas transversos, problemas verticales (dimensión vertical anteroinferior o posteroinferior alterada), tendencias de crecimiento alteradas, etc. ⁽²⁾.

En todos los casos es necesario que el clínico conozca de manera precisa el tipo de maloclusión, características cefalométricas, antecedentes familiares, presencia de hábitos o problemas miofuncionales, etc. ^(14,2,25).

Durante el período circumpuberal, los niños presentan marcados cambios en la dimensión del cuerpo y en el proceso de osificación. Cada hueso es sometido a una serie de cambios durante el crecimiento que se puede ver en las radiografías ^(19,20).

Las investigaciones realizadas hasta ahora, muestran la obtención de resultados más satisfactorios, durante un período razonable de tiempo, cuando el tratamiento es realizado durante el pico de crecimiento puberal ^(19,20).

La elección de la época para la instauración de terapias que tiendan a corregir discrepancias maxilomandibulares significativas, debe considerar el estadio de maduración del paciente, ya que él puede influenciar decisivamente el resultado del tratamiento. Consecuentemente, en los pacientes en crecimiento, se torna necesario la elección de la época más adecuada para iniciar el tratamiento. El objetivo principal debe ser el de aprovechar el pico de crecimiento puberal craneofacial, reduciendo el tiempo de tratamiento y tornándolo más eficiente. Los tratamientos que tienden a corregir los desequilibrios esqueléticos, deben, por lo tanto, tener en cuenta el estadio de desarrollo esquelético que presenta el paciente, pues, los resultados estarán fatalmente relacionados a esta circunstancia ^(19,20).

El manejo del análisis de maduración ósea es de vital importancia para el clínico encargado de diagnosticar y tratar maloclusiones dentoesqueléticas, para poder indicar los tratamientos adecuados en el momento oportuno, pudiendo así, y solo así, esperar los efectos ortopédicos que cada terapéutica ofrece ⁽²⁾.

En la modificación ortopédica del crecimiento se aplica un principio importante, parece obvio, aunque a veces se pasa por alto, que sólo se puede conseguir una modificación clínicamente significativa en pacientes que siguen creciendo. Por consiguiente, a todos los efectos prácticos, la modificación del crecimiento se debe efectuar antes o durante el estirón puberal. Aunque es cierto que los maxilares siguen creciendo tras la pubertad, la cuantía de dicho crecimiento (1 o 2 milímetros como máximo) rara vez permite corregir las discrepancias maxilares que causan la maloclusión esquelética⁽²⁾.

2.3.9. Anatomía de la columna vertebral.

La columna vertebral está situada en la línea media del cuerpo, formando la parte posterior del tronco, su longitud media es de 71 cm en los varones. La longitud media de las hembras es de 61 cm.

Desempeña un papel mecánico fundamental constituyendo el eje del cuerpo en los vertebrados y sirviendo de sostén a la cabeza, al cuello, al tronco y a los miembros superiores permitiendo sus movimientos. Forma parte de las paredes Posteriores de la caja torácica y la cavidad abdómino-pelviana sirviendo de base de sustentación a los órganos internos de estas cavidades. Es un tallo óseo, hueco destinado a contener y proteger la médula espinal y a sus envolturas o meninges.

Está constituida por las vértebras, que son 33 ó 34 elementos óseos, discoides que se superponen, distribuidas así: 7 cervicales, 12 dorsales, 5 lumbares, 9 o 10 pélvicas. Las vértebras cervicales, dorsales y lumbares son independientes, "libres", las pélvicas se sueldan formando 2 elementos, el sacro y el cóccix. Las 5 sacras, sin articulación entre ellas están fundidas y componen el hueso llamado Sacro, y las 4 coccígeas, sin articulación entre ellas están fundidas y componen el hueso llamado cóccix - tampoco existe articulación entre el sacro y el cóccix; según teorías evolutivas sería la reminiscencia del rabo o cola correspondiente a otras especies animales.

Todas las vértebras libres de la columna vertebral poseen caracteres comunes. Así mismo según su posición presentan características propias e incluso individuales, que como veremos, es el caso de las vértebras cervicales ⁽¹⁷⁾.

2.3.9.1. Caracteres comunes de las vértebras libres.

Todas las vértebras que conforman la columna tienen los siguientes caracteres comunes:

- Un cuerpo
- Un agujero
- Una apófisis espinosa
- Dos apófisis transversas
- Cuatro apófisis articulares
- Dos láminas
- Dos pedículos

- a) **Cuerpo.**- El cuerpo ocupa la parte anterior y tiene la forma de un cilindro con dos caras y una circunferencia. De las dos caras, una es la superior y la otra la inferior. Son planas y horizontales. Una y otra presentan una parte central deprimida, agujereada, de tejido esponjoso, circunscrita por una zona anular ligeramente prominente y formada de tejido compacto escotado en la parte posterior de su contorno denominado rodete anular. La circunferencia, cóncava en sentido vertical por delante y por los lados, presenta un canal horizontal, dirigido de uno al otro lado. Por detrás, es plana o está excavada en sentido transversal, para constituir la pared anterior de agujero vertebral. En su parte media se ven numerosos orificios destinados a conductos venosos, que proceden del cuerpo vertebral.
- b) **El Agujero Vertebral.**- Está comprendido entre la cara posterior del cuerpo vertebral y la apófisis espinosa. Tiene la forma de un triángulo con los ángulos más o menos redondeados.
- c) **La Apófisis Espinosa.**- Impar y media se dirige hacia atrás bajo la forma de una larga espina, de la cual recibe el nombre. Se distinguen en ella la base, que la une a la vértebra; el vértice, a veces ligeramente desviado a derecha o a izquierda; dos caras laterales izquierda y derecha, relacionadas con los músculos espinales; un borde superior, más o menos cortante; un borde inferior, generalmente más grueso que el precedente y también mucho más corto.
- d) **Las Apófisis transversas.**- En número de dos, una derecha y otra izquierda, se dirigen transversalmente hacia fuera, y de ahí el nombre que llevan. En cada una de ellas hemos de considerar: la base, que la une a la vértebra; el vértice, que es libre; dos caras, anterior y posterior, y dos bordes, superior e inferior.
- e) **Las Apófisis articulares.**- Son dos eminencias destinadas a la articulación de las vértebras entre sí. Son en número de cuatro: dos ascendentes y dos descendentes. Colocadas simétricamente a cada lado del agujero vertebral, unas y otras sobresalen hacia arriba o hacia abajo del nivel del arco óseo que limita este orificio.
- f) **Las Láminas vertebrales.**- En número de dos: derechas e izquierda. Aplanadas y cuadriláteras, forman la mayor parte de la pared posterolateral del agujero

raquídeo. Se distingue en cada una de ellas: la cara anterior, que mira a la medula; la cara posterior, cubierta por los músculos espinales; dos bordes, superior e inferior; la extremidad interna, que se confunde con la base de la apófisis espinosa, y la extremidad externa, que se suelda, ya con la apófisis transversa, ya con las apófisis articulares. Las láminas vertebrales son ligeramente oblicuas hacia abajo y atrás.

- g) **Los Pedículos.-** Son dos porciones óseas delgadas y estrechas que a uno y a otro lado, unen la base de la apófisis transversa y las dos apófisis articulares correspondientes a la parte posterior y lateral del cuerpo vertebral. Los bordes inferior y superior son curvos, lo que hace que cada pedículo presente dos escotaduras, una superior y una inferior. Estas escotaduras, superponiéndose regularmente con las vértebras vecinas, forman a cada lado de la columna vertebral una serie de agujeros, llamados agujeros de conjunción, por los que salen los nervios raquídeos.

2.3.9.2. Características Diferenciales

Cada elemento de la vértebra trae consigo un carácter morfológico que permite reconocer la región a que pertenece la vértebra.

– Vértebras Cervicales:

El cuerpo, alargado transversalmente, presenta como caracteres distintivos:

- Por delante, en la línea media: una pequeña prominencia vertical.
- En las extremidades laterales de su cara superior, dos pequeñas eminencias, ganchos o apófisis semilunares.
- En los extremos laterales de su cara inferior, dos pequeñas escotaduras que, en el esqueleto armado, están en relación con los ganchos de la vértebra subyacente. El agujero es triangular, de base anterior. La apófisis espinosa es corta, poco inclinada, tiene un canal en su borde inferior y esta bifurcada en su vértice.

Las apófisis transversas están implantadas a cada lado del cuerpo. Tienen un canal en su cara superior, son bituberculosas en su vértice y en su base existe un agujero, llamado agujero transverso. Las apófisis están a cada lado, colocadas exactamente una encima de la otra. Sus carillas miran hacia atrás y arriba en las apófisis

superiores, hacia delante y abajo en las apófisis inferiores. Las láminas son cuadriláteras, más anchas que altas y dirigidas oblicuamente hacia abajo y atrás. Los pedículos se implantan en el cuerpo vertebral en un punto algo menos distante de su cara superior que de la inferior. Las dos escotaduras no son exactamente iguales: la inferior es algo más profunda que la superior.

La columna vertebral cervical, consta de siete vértebras, son las más pequeñas en tamaño de la columna, la espina cervical forma la principal conexión entre el cuello, el tronco y las extremidades.

Las dos primeras vértebras cervicales, Atlas y Axis, anatómicamente presentan rasgos propios y particulares. Cave, en 1937 observa esta zona y propone que la tercera vértebra cervical se denomine "vértebra crítica", ya que está en un lugar especial y es la unión entre el cráneo y sus dos vértebras cervicales más próximas, cuya función está unida a éste y el resto de la columna vertebral, mucho más estable. Cave encuentra un alto grado de osificación de esta vértebra, que interpreta como un intento de formar un sacrocervical, no sólo para asegurar la estabilidad cervicraneana, sino también para facilitar la transmisión del peso craneal.

El Atlas o primera vértebra cervical, que se presenta en la figura anterior, presenta ausencia de cuerpo vertebral, en él se distinguen un arco anterior, un arco posterior y dos masas laterales que en conjunto, se disponen en forma de anillo. De las masas laterales sobresalen, como se ve, las apófisis transversas; esta vértebra carece de cuerpo y apófisis espinosa. Las masas laterales tienen una carilla articular superior en donde encajan los cóndilos del hueso occipital, y otra inferior destinada al Axis. Como en el resto de las vértebras cervicales, existe un agujero por el que pasa la arteria y las venas vertebrales.

El Axis es la segunda vértebra cervical y es el mayor y más fuerte de los segmentos cervicales. Su característica diferencial es la apófisis odontoide propia y única de esta vértebra, una prolongación hacia arriba del cuerpo vertebral que ocupa el lugar que correspondería al cuerpo del Atlas, que como vimos era inexistente; su función principal es la de servir de pivote de la rotación del Atlas.

En el Axis las apófisis transversas tienen un agujero para proteger los vasos vertebrales; siendo la apófisis transversa, horizontal y muy prominente. Existe una

apófisis articular inferior que se articula con la superior de la tercera vértebra constituyendo la primera articulación posterior interapofisiaria.

Las restantes vértebras cervicales presentan una anatomía similar entre sí; constan de un cuerpo vertebral, de forma más o menos cilíndrico, dos apófisis transversas, dos agujeros transversos para el paso de la arteria y venas vertebrales, cuatro superficies articulares, dos superiores y dos inferiores para articularse con las vértebras contiguas y una apófisis espinosa posterior con su extremo bifurcado.

La Séptima y última vértebra cervical, se caracteriza porque tiene una larga y prominente apófisis espinosa que es palpable, utilizándose como punto de referencia para identificar otras vértebras ^(17, 18).

2.3.10. Determinación de la edad ósea proveniente de las vértebras cervicales.

El uso de las vértebras cervicales para determinar la maduración esquelética no es nuevo. En 1972, Lamparsky ⁽⁵⁾ concluyó que las vértebras cervicales, vistas en el cefalograma lateral de rutina, eran estadística y clínicamente tan confiables para valorar la edad esquelética como la técnica de la radiografía de mano/muñeca. Él encontró que los indicadores de las vértebras cervicales eran los mismos para varones y mujeres, pero que las mujeres desarrollaban los cambios más tempranamente. Otros investigadores han confirmado la validez del método de Lamparsky para la evaluación de la maduración esquelética en los pacientes ortodónticos.

Las vértebras cervicales, como cualquier otra parte del organismo sufren una serie de cambios a medida que el individuo se desarrolla. Knutsson y Cols en 1961 describieron el crecimiento que tiene lugar en las vértebras del ser humano después del nacimiento, tanto en sentido vertical como horizontal; las vértebras cervicales presentan unos patrones de desarrollo y unos núcleos de osificación comparables a los huesos de la muñeca y de la mano, por lo tanto se pueden utilizar de forma más confiable para valorar la edad ósea del individuo, estudiando la modificación de las vértebras en cuanto a forma y tamaño.

La edad vertebral se basa en la evaluación de diversos eventos de maduración y desarrollo que aparecen en forma secuencial durante la madurez ósea específicamente en las vértebras cervicales ^(5, 17).

2.3.10.1. Estudio de Lamparski.

El uso de las vértebras cervicales como método para valorar la maduración ósea en radiografías cefálicas laterales fue empleado inicialmente en 1972 por Lamparski ⁽⁵⁾; en un estudio desarrollado en la Escuela Medicina Dental de la Universidad de Pittsburg se estableció una clasificación basada en los cambios que se dan en las vértebras cervicales. La muestra empleada fue seleccionada del departamento de Ortodoncia, donde se examinó aproximadamente 500 archivos de pacientes, para seleccionar la muestra base de un total de 141 pacientes, 72 niñas y 69 niños entre 10-15 años de edad, caucásicos, con una oclusión de Clase I mesomórfico y sin patología previa. El autor identificó y utilizó características morfológicas que presentaban las vértebras en cada uno de los períodos estudiados, con esto consiguió crear un "Atlas descriptivo de radiografías estándares". Para la determinación de estos períodos se utilizaron radiografías laterales de cráneos de la muestra seleccionada, observando las vértebras cervicales. Por otro lado, realizó radiografías de muñecas asignando la edad ósea a cada paciente mediante el método de Grewlich y Pyle. Entre las conclusiones del trabajo está que la valoración de la edad vertebral en las radiografías es estadísticamente fiable, válida y es clínicamente tan útil como la valoración esquelética mediante la radiografía de la muñeca. Otro hallazgo fue que los indicadores de maduración vertebral de niños y niñas son los mismos, la diferencia es que en las niñas cada estado de desarrollo se observa más temprano.

Edad cervical según Lamparski en cuanto a sexo

Lamparski observó que los indicadores de madurez son dos:

1. Inicio y desarrollo de concavidades en el borde inferior del cuerpo vertebral.
2. Incremento de la altura vertical del cuerpo de la vértebra, el crecimiento desigual de la parte posterior y la altura total del cuerpo vertebral, producen cambios morfológicos en la vértebra, que varían de su forma inicial trapezoidal, a rectangular, luego cuadrada y por último más alta que ancha.

La edad esquelética determinada por este método está un año adelantado con respecto a la obtenida en la radiografía de la mano y muñeca, lo cual debe ser considerado en el momento de su determinación. Una desventaja de este estudio es la necesidad de observar hasta la sexta vértebra en la radiografía

cefálica lateral, requerimiento difícil de cumplir ya que por lo general se visualiza solo hasta la quinta. Además no puede calcularse la edad ósea con tanta precisión como ocurre con el método de Grewlich y Pyle, ya que lo expresa en años completos sin considerar los meses, lo cual puede ser un problema al momento de explicar las variaciones existentes. ^(5, 6)

2.3.10.2. Estudio de los doctores Hassel y Farman.

Este estudio fue realizado sobre una muestra de 11 grupos compuestos por 10 varones y 10 mujeres (220 sujetos) con edades entre 8 y 18 años. Se utilizaron radiografías de mano y muñeca izquierdas y telerradiografías laterales cefalométricas. Definieron 6 categorías de maduración esquelética para las vértebras cervicales:

Estadío 1: INICIACIÓN:

- Todos los bordes inferiores de los cuerpos vertebrales de C2, C3 y C4 son planos (7% puede mostrar concavidad en C2).
- C3 y C4 tienen forma trapezoidal (el borde superior del cuerpo vertebral es inclinado de posterior hacia anterior).
- Momento idóneo para expansión rápida maxilar.
- Falta más de un año para el pico de crecimiento mandibular.
- En esta fase falta por completarse el crecimiento en un 85 a 100 %

Estadío 2: ACELERACIÓN:

- Borde inferior de C2 muestra una concavidad (80% de los sujetos).
- C3 y C4 tienen forma trapezoidal o ligeramente rectangular.
- Borde inferior de C4 es plano
- Pico de crecimiento mandibular será dentro de un año.
- En esta fase falta por completarse el crecimiento en un 65 a 85%.

Estadío 3: TRANSICIÓN:

- C2 y C3 muestran concavidad, C4 aun esta plana
- Los cuerpos de C3 y C4 son de forma Rectangular Horizontal.
- Esta etapa se corresponde con una gran aceleración de crecimiento, acercándose rápidamente el PMCP. Momento ideal para tratamiento de Ortopedia Funcional.

- En esta fase falta por completarse el crecimiento en un 25 a 65%.

Estadio 4: DESACELERACIÓN:

- Todos los bordes inferiores de C2, C3 y C4 son cóncavos.
- Los cuerpos de C3 y C4 se van poniendo cuadrados.
- Ya paso el pico de crecimiento, pero hay crecimiento.
- En esta fase falta por completarse el crecimiento en un 10 a 25%.

Estadio 5: MADURACIÓN:

- C2, C3, C4 forma cuadrada y sus bordes inferiores son bastante cóncavos (Etapa del marshmallow).
- El crecimiento ya termino.
- El crecimiento mandibular termino hace un año más o menos.
- C3 y C4, se van poniendo Horizontales Verticales.
- En esta fase falta por completarse el crecimiento en un 5 a 10 %.

Estadio 6: FINALIZACIÓN:

- Difícil diferenciar de estadio V, donde se aprecia la delimitación de la cortical bien definida.
- Se observan en las vértebras C2 C3 y C4 concavidades profundas en los bordes y sus cuerpos se presentan cuadrados o rectangulares con una dimensión vertical mayor que la horizontal.
- En esta fase ya se ha completado el crecimiento.
- Paciente adulto.

Este estudio también combinó las observaciones de cambios madurativos en las radiografías de mano y muñeca con las observaciones de las vértebras cervicales en las radiografías cefalométricas. Se confirmaron las observaciones de Lamparsky (excepto el angostamiento del espacio intervertebral con el aumento de la edad).

El análisis de la maduración esquelética de las vértebras cervicales es una herramienta muy útil para los ortodoncistas para ayudarlos a determinar el potencial de crecimiento de los pacientes ^(10,17,26).

2.3.11. Radiografía cefalométrica lateral.

Consiste en placas laterales de la cabeza, con esta última en posición estable, lo que puede lograrse con instrumentos calibrados (cefalómetro o craneómetro) o no calibrados (cefalostato o craneostato). La cabeza del tubo por lo común está fija a una distancia de 1.5 m del paciente. Si se usa sólo un tubo de rayos x, el paciente y el soporte para la cabeza y la película deben girar para permitir ambas tomas. El uso de 2 tubos de rayos x elimina la rotación.

Para la vista lateral el paciente se coloca con el lado derecho mirando hacia el tubo de rayos x. Las olivas se colocan dentro de los conductos auditivos, estas impiden la rotación de la cabeza en el plano horizontal.

Se gira entonces la cabeza de forma vertical hasta que el reborde infraorbitario izquierdo quede paralelo a las olivas y se fija en esta posición colocando el soporte anterior contra el nasion. En esta posición el rayo central se dirige hacia las olivas y su imagen aparecerá como un círculo en la placa⁽²⁷⁾.

CAPITULO III

HIPÓTESIS, VARIABLES Y DEFINICIONES OPERACIONALES

3.1. Identificación de variables

3.1.1. Variables implicadas

- Estadíos de maduración ósea según el método de Hassel Y Farman

3.1.2. Variables no implicadas

- Edad cronológica
- Sexo

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.2.1 Estadios de maduración ósea de las vértebras cervicales según el método de Hassel y Farman

Variable	Definición Conceptual	Naturaleza	Escala de medición	Forma de medición	Indicador	Procedimiento de medición	Expresión final de la variable	Definición operacional de la variable
Estadios de maduración ósea de las vértebras cervicales según el método de Hassel y Farman	Cambios morfológicos producidos, durante la osificación de las vértebras cervicales (C2, C3 y C4).	Cualitativa	Ordinal	Indirecta	Morfología de las vértebras según la escala del método de Hassel y Farman.	Con ayuda del negatoscopio se procede a calcar las siluetas de las vértebras cervicales C2, C3 y C4, para luego clasificarlas según los parámetros establecidos por el método de Hassel y Farman.	Estadio I: Iniciación. Estadio II: Aceleración. Estadio III: Transición. Estadio IV: Desaceleración. Estadio V: Maduración. Estadio VI: Finalización.	La variable estadios de maduración ósea de las vértebras cervicales según el método de Hassel y Farman se expresará como categoría I (Iniciación), II (Aceleración), III (Transición), IV (Desaceleración), V (Maduración) y VI (Finalización), utilizando el método de Hassel y Farman, de acuerdo a la morfología de la segunda, tercera y cuarta vértebras cervicales, las cuales serán calcadas de la radiografía con ayuda del negatoscopio, para clasificarlas siguiendo los parámetros radiográficos establecidos.

3.2.1 Edad Cronológica

Variable	Definición Conceptual	Naturaleza	Escala de medición	Forma de medición	Indicadores	Procedimiento de medición	Expresión final de la variable	Definición operacional de la variable
Edad cronológica	Cantidad de años y meses vividos por la persona desde la fecha en que nació	Cuantitativa	De razón	Indirecta	Fecha de nacimiento	Se realizará mediante el cálculo de la diferencia entre la fecha en la que se realice el examen radiológico y la fecha de nacimiento, expresado en años y meses.	__Años de edad.	La variable edad cronológica se expresará en años y meses, utilizando como indicador la fecha de nacimiento del paciente, el proceso de medición se realizará haciendo el cálculo de la diferencia entre la fecha de nacimiento y la fecha de la realización del examen radiológico; datos que serán registrados en la ficha de recolección de datos.

3.2.3 Sexo

Variable	Definición Conceptual	Naturaleza	Escala de medición	Forma de medición	Indicadores	Procedimiento de medición	Expresión final de la variable	Definición operacional de la variable
Sexo	Género determinado fenotípicamente en el paciente de acuerdo a las características físicas que se diferencian entre varón y mujer	Cualitativa	Nominal	Directa	Género	Se realizará a través de la observación y distinción de caracteres sexuales en femenino y masculino.	-Femenino -Masculino	La variable sexo se expresará en dos categorías según género en masculino y femenino, para lo cual se utilizará como instrumento la ficha de recolección de datos.

CAPÍTULO IV

MATERIAL Y METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

4.1. Tipo de estudio:

El presente estudio es de tipo: descriptivo, transversal y prospectivo.

4.2. Población y muestra:

4.2.1. Población:

La población estuvo conformada por todos los pacientes de 10 y 16 años de edad que acudieron al Centro de Radiodiagnóstico Estomatológico Cusco en el periodo Enero-Marzo, 2011.

4.2.2. Muestra:

La muestra estuvo representada por todos los pacientes que acudieron al Centro de Radiodiagnóstico Estomatológico Cusco y que solicitaron la radiografía cefalométrica lateral en el periodo de enero a marzo de 2011, que cumplieron con los criterios de selección propuestos para el presente estudio.

En total fueron 126 pacientes de los cuales 70 fueron mujeres y 56 fueron varones.

4.2.3. Tipo de muestreo:

Muestreo no probabilístico, por conveniencia.

4.3. Criterios de selección:

4.3.1. Criterios de inclusión:

- Pacientes de 10 a 16 años de edad, de ambos sexos.
- Pacientes sin ningún tipo anomalía a nivel de la columna cervical, registrable mediante la propia radiografía.
- Pacientes nacidos y residentes en la ciudad del Cusco.

- Pacientes que acudieron al Centro de Radiodiagnóstico Estomatológico Cusco solicitando la toma de una placa radiográfica cefalométrica lateral en el periodo Enero-Marzo, 2011.
- Pacientes cuyas radiografías cefalométricas sean nítidas y de buen contraste.

4.3.2. Criterios de exclusión:

- Pacientes que presentaron historia de traumatismo en la región cervical.
- Pacientes en cuyas radiografías cefalométricas no se pueda apreciar con claridad la segunda, tercera y cuarta vértebra cervical.

4.4. Unidad de análisis:

Radiografías Cefalométricas.

4.5. Procedimiento:

4.5.1. Procedimientos administrativos:

Se solicitaron la autorización del:

1. INIME de la Facultad de Medicina Humana, para dar inicio a la investigación.
2. Centro de Radiodiagnóstico Estomatológico Cusco "CERES".

4.6. Técnica de recolección de datos:

- Previo a la recolección de datos y el análisis de las radiografías se realizó una capacitación teórico-práctica por parte de la especialista en Radiología oral y maxilofacial, la Dra. Úrsula Galindo Obando.
- Se realizó la calibración interexaminador mediante una prueba piloto a la cual se le aplico el índice de Kappa, en el cual se obtuvo una buena concordancia ($K=0,786$)
- Se seleccionaron por el método no probabilístico un total 106 pacientes (56 varones y 70 mujeres) de 10 a 16 años de edad que acudieron al Centro de Radiodiagnóstico Estomatológico Cusco, que cumplieron con los criterios de selección, a los cuales se les tomó una radiografía cefalométrica lateral.
- Con ayuda de un negatoscopio se dibujaron sobre papel acetato las siluetas de las Vértebras C2, C3 y C4, para evaluar sus características morfológicas.

- Seguidamente se procedió al llenado de la ficha de recolección de datos para cada vertebra correspondiente, para luego determinar el estadio de maduración correspondiente.
- Se determinó el estadio de maduración esquelética por el método de Hassel y Farman valorado en los trazos en papel acetato de cada una de las radiografías.
- Los parámetros que se tomaron en cuenta son:
 - La concavidad del borde inferior de C2, C3 y C4.
 - La forma del cuerpo de C3 y C4.
- El análisis de cada radiografía se realizó en el mismo día de la toma radiográfica.

4.7. Técnicas para el procesamiento de la información:

4.7.1. Registro de la información:

El estadio de maduración ósea fue evaluado según el método de Hassel y Farman.

4.7.2 Análisis de la información:

El procesamiento de los datos se realizó mediante la utilización de una computadora core 2 duo, en el sistema operativo Windows Vista con el programa SPSS versión 19.00 en español y la hoja de cálculo Excel de Microsoft Office para calcular los diferentes porcentajes requeridos.

Se realizaron análisis de tipo descriptivo, pruebas de tendencia central (media), intervalos de confianza al 95%, desviación estándar y prueba T-student para determinar la diferencia entre sexos.

CAPÍTULO V RESULTADOS

TABLA NRO. 01

EDAD PROMEDIO SEGÚN LOS ESTADIOS DE MADURACIÓN ÓSEA MEDIANTE EL MÉTODO DE HASSEL Y FARMAN EN PACIENTES DE 10 A 16 AÑOS, QUE ACUDEN AL CENTRO DE RADIODIAGNÓSTICO ESTOMATOLÓGICO CUSCO, ENERO-MARZO 2011”

ESTADIOS DE MADURACIÓN ÓSEA SEGÚN EL MÉTODO DE HASSEL Y FARMAN	N°	EDAD PROMEDIO	INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%		DESVIACION ESTÁNDAR
			LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	
I	15	11,392	10,928	11,856	0.837
II	16	12,421	11,215	13,627	2.263
III	36	12,988	12,492	13,485	1,467
IV	31	14,151	13,755	14,548	1,08
V	14	14,888	14,065	15,711	1,425
VI	14	14,828	13,791	15,866	1,796
TOTAL	126				

El cuadro N° 1 muestra el número de casos para cada estadio, las medias, los intervalos de confianza al 95 % y la desviación estándar. Se observa que en el rango de edades estudiadas se encontró 36 pacientes que atravesaban por el estadio III (pico de crecimiento), en el cual, la edad promedio fue de 12.99 años, con una desviación estándar de +/- 1.47. Por otro lado se observa que tanto en el estadio V y VI se halló el menor número de casos (14 en cada uno).

TABLA NRO.02

**EDAD PROMEDIO SEGÚN LOS ESTADIOS DE MADURACIÓN ÓSEA MEDIANTE EL
MÉTODO DE HASSEL Y FARMAN EN PACIENTES DE 10 A 16 AÑOS DE SEXO
MASCULINO, QUE ACUDEN AL CENTRO DE RADIODIAGNÓSTICO
ESTOMATOLÓGICO CUSCO, ENERO-MARZO 2011”
SEXO MASCULINO**

ESTADIOS DE MADURACIÓN ÓSEA SEGÚN EL MÉTODO DE HASSEL Y FARMAN	N°	EDAD PROMEDIO	INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%		DESVIACION ESTÁNDAR
			LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	
I	8	11,40	10,506	12,293	1,069
II	8	13,792	11,774	15,810	2,414
III	18	13,958	13,558	14,359	0,805
IV	14	14,282	13,615	14,950	1,156
V	4	16,005	15,444	16,565	0,352
VI	4	16,075	14,448	17,701	1,021
TOTAL	56				

En el cuadro N° 2 se observa la distribución de la muestra en el sexo masculino, para cada estadio, además indica la media de edades para cada uno de ellos. Se observa que la mayor frecuencia de casos se dio en el estadio II, el cual muestra una edad promedio de 13.96 años, con una desviación estándar de +/- 0.81. Por otro lado, al igual que en el cuadro anterior se observa que tanto en el estadio V como en el estadio VI se encontraron la menor cantidad de pacientes.

TABLA NRO. 03

EDAD PROMEDIO SEGÚN LOS ESTADIOS DE MADURACIÓN ÓSEA MEDIANTE EL MÉTODO DE HASSEL Y FARMAN EN PACIENTES DE 10 A 16 AÑOS DE SEXO FEMENINO , QUE ACUDEN AL CENTRO DE RADIODIAGNÓSTICO ESTOMATOLÓGICO CUSCO, ENERO-MARZO 2011”
SEXO FEMENINO

ESTADIOS DE MADURACIÓN ÓSEA SEGÚN EL MÉTODO DE HASSEL Y FARMAN	N°	EDAD PROMEDIO	INTERVALO DE CONFIANZA AL 95%		DESVIACION ESTÁNDAR
			LIMITE INFERIOR	LIMITE SUPERIOR	
I	7	11,384	10,874	11,894	0,551
II	8	11,050	10,280	11,819	0,920
III	18	12,018	11,353	12,684	1,339
IV	17	14,044	13,511	14,576	1,036
V	10	14,442	13,401	15,482	1,454
VI	10	14,330	13,021	15,638	1,829
TOTAL	70				

En el cuadro N° 3 se puede observar la distribución de la muestra en el sexo femenino para cada estadio, además se señala la media de edades para cada uno. Se observa que la mayor frecuencia de casos se dio en el estadio III, el cual muestra una edad promedio de 12.02 años, con una desviación estándar de +/- 1.34. Por otro lado, se observa que el estadio I fue el que presentó un menor número de casos.

TABLA N° 4

COMPARACIÓN DE LA EDAD CRONOLÓGICA DE LOS ESTADIOS DE MADURACIÓN ÓSEA SEGÚN HASSEL Y FARMAN, SEGÚN GENERO.

Comparación por estadio	SEXO	MEDIA	T-TEST	GRADOS DE LIBERTAD	DIFERENCIA DE MEDIAS	SIGNIFICACIÓN ASINTÓTICA (p)
ESTADIO I	FEMENINO	11,384	-0,035	13	-0,016	0,973
	MASCULINO	11,400				
ESTADIO II	FEMENINO	11,050	-3,00	14	-2,742	0,010
	MASCULINO	13,792				
ESTADIO III	FEMENINO	12,018	-5,268	34	-1,94	0,000
	MASCULINO	13,958				
ESTADIO IV	FEMENINO	14,044	-0.606	29	-0.238	0,549
	MASCULINO	14,282				
ESTADIO V	FEMENINO	14,442	-2,077	12	-1,563	0,06
	MASCULINO	16,005				
ESTADIO VI	FEMENINO	14,330	-1,772	12	-1,745	0,102
	MASCULINO	16,075				

El cuadro adjunto evidencia que existe diferencias estadísticamente significativas entre ambos sexos al comparar la medias de edad en los estadios II y III ($P < 0,05$).

CAPITULO VI

DISCUSIÓN Y COMENTARIOS

Según un estudio realizado por Menéndez, el 83.4 % de la población peruana padece de algún tipo de maloclusión, lo cual hace evidente la necesidad de perfeccionar los métodos diagnósticos y terapéuticos para la resolución de este grupo de alteraciones.

En el presente trabajo de investigación fueron analizadas 126 radiografías de pacientes (56 varones y 70 mujeres) que acudieron al Centro de Radiodiagnóstico Estomatológico Cusco, donde se encontró que en todos los estadios de maduración las mujeres alcanzan cada estadio antes que los varones, lo cual coincide con todos los estudios antecedentes.

En comparación con el estudio realizado en Lima por Guiulfo⁽⁶⁾, nuestra población presenta un retraso en todos los estadios de maduración excepto en el VI, en el cual Guiulfo encuentra una media de 15.1 años, esto podría deberse a la dificultad propia del método para diferenciar el estadio V del VI, descrito por el mismo autor; este aspecto no tiene mayor trascendencia clínica, debido a que en estos estadios ya no se puede esperar un crecimiento significativo, sino que éste está finalizando. El retardo que se observa en los demás estadios en nuestra población podría deberse a la diferencia de altitud geográfica y condiciones ambientales de ambas poblaciones.

Adriazola ⁽¹³⁾, en 1996, en Lima, en su estudio "Estadios de maduración esquelética en grupos poblacionales que residen a diferente altitud, Lima y Cerro de Pasco" concluye finalmente que la altura tiene considerable efecto en relación con la edad, talla y género. La variación del crecimiento y desarrollo en poblaciones situadas a diferente altitud geográfica podría deberse a que a mayor altura existe menor presión atmosférica y por consiguiente una menor oxigenación durante la respiración.

Los estudios iniciales sobre la utilización de las vértebras cervicales para la valoración de la maduración ósea, realizados por Lamparski ⁽⁵⁾ afirmaron que la diferencia de edades entre el sexo femenino y masculino para los diferentes estadios de maduración, era de aproximadamente un año, siendo las mujeres las que tomaban la delantera en cada estadio, el presente estudio ratifica la anticipación del sexo femenino pero se encontró mayor diferencia de edades que en algunos casos llega a casi 2 años de edad como en el estadio II, III, V y VI. Este último hallazgo corrobora los resultados de Moscoso, Tenorio y Patiño⁽⁴⁾,

quienes concluyen que la maduración ósea se daba 2 años antes en el sexo femenino respecto del masculino.

La maduración anticipada del sexo femenino respecto al masculino es debido al dimorfismo sexual presente desde la concepción; existen diversas hipótesis al respecto una de ellas es la mejor adaptación o canalización del sexo femenino frente a factores ambientales adversos, otra hipótesis es de índole hormonal.

El pico de crecimiento puberal (estadío III), por ser el estadío de mayor trascendencia en la aplicación clínica ortodóntica, ha sido el estadío más estudiado por los investigadores ^(11,6,16) haciendo uso de los diferentes métodos existentes para este fin. En el presente estudio se encontraron valores para el pico de crecimiento de 12.02 años para el sexo femenino y de 13.96 años de edad para el sexo masculino, evidenciándose una diferencia de 1.94 años, lo cual es estadísticamente significativo ($p= 0.00$)

Rivas y cols.⁽¹¹⁾ en el 2009, en su estudio realizado en Chile con una muestra de 324 radiografías usando el método de Hassel y Farman, encontraron que la edad cronológica promedio del pico de crecimiento (estadío III), correspondía a los 13 años en varones y de 12 a 13 años en mujeres, evidenciando una diferencia de menos de 1 año entre ambos sexos lo cual difiere con el presente estudio. Otro estudio similar fue el realizado por Guiulfo⁽¹¹⁾ en Lima, en el que se encontraron valores para el pico de crecimiento haciendo uso del mismo método, en el cual se obtuvieron valores de 13.07 en los varones y 12.04 para el caso de las mujeres. Tanto en el estudio de Rivas como en el de Guiulfo se encontró que el sexo masculino tuvo una media, en el pico de crecimiento (estadío III), menor en aproximadamente un año al resultado obtenido en nuestra población, este resultado podría deberse a la diferencia de altitudes geográficas que presentan, que en el caso de Santiago es de 1500 m.s.n.m. y en el caso de Lima es de 154 m.s.n.m., mientras que el Cusco se halla a 3399 m.s.n.m.

Finalmente, luego de conocer los resultados del presente estudio y de haber revisado la literatura y los antecedentes, concluimos que la valoración de la edad ósea debe ser considerada de manera individual para cada paciente, y que los hallazgos obtenidos en cada población deben ser tomados solo como referenciales, y no como valores estándar para realizar diagnósticos y planes de tratamiento adecuados.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

1. La edad cronológica promedio en que ocurren los estadios de maduración ósea según Hassel y Farman fueron: para el estadio I, 11.39 años de edad, para el estadio II, 12.42 años de edad, para el estadio III 12.99, para el estadio IV 14.15, para el estadio V 14.89 y para el estadio VI 14.82.
2. La edad cronológica promedio en que ocurren los estadios de maduración ósea según Hassel y Farman para el sexo femenino fueron: para el estadio I 11.38, para el estadio II 11.05, para el estadio III 12.02, para el estadio IV 14.04, para el estadio V 14.44 y para el estadio VI 14.33.
3. La edad cronológica promedio en que ocurren los estadios de maduración ósea según Hassel y Farman para el sexo masculino fueron: para el estadio I 11.40, para el estadio II 11.79, para el estadio III 13.96, para el estadio IV 14.28, para el estadio V 16.01 y para el estadio VI 16.08.
4. Existen diferencias estadísticamente significativas de edades entre el sexo masculino y el sexo femenino en los estadios II y III, este último correspondiente al pico de crecimiento.

CAPITULO VIII

SUGERENCIAS

1. Se recomienda a los odontólogos que realizan tratamientos ortodónticos, que realicen exámenes, sobre todo en púberes, para determinar el estadio de maduración ósea en el cual se encuentra el paciente para poder realizar un adecuado diagnóstico y un óptimo plan de tratamiento.
2. Se sugiere a los odontólogos, que requieran determinar el estadio de maduración ósea, utilizar el método de Hassel y Farman debido a que no se requieren exámenes complementarios extras que impliquen mayor costo y exposición radiológica al paciente.
3. Se sugiere a los estudiantes y bachilleres de la carrera profesional de odontología tomar en consideración el presente estudio como base para realizar investigaciones utilizando un mayor número de muestra para obtener resultados que puedan extrapolarse de mejor manera a nuestra población.
4. Se sugiere a los estudiantes y bachilleres de la carrera profesional de odontología realizar estudios comparativos utilizando distintos métodos de valoración de la maduración ósea en nuestra población.

BIBLIOGRAFÍA

1. Menéndez, L. Clasificación de la maloclusión según Angle en el Perú, Lima 1998. Disponible en:
http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/odontologia/1998_n2/clasif.htm
2. Tedaldi J, Calderón R, Mayora L. Tratamiento de maloclusiones según el estadio de maduración carpal. Revista latinoamericana de ortodoncia y odontopediatría. [revista en internet]; 2007. [acceso 15 de diciembre del 2009]. Disponible en:
http://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2007/tratamiento_maloclusiones.asp
3. Águila J, Enlow H. Crecimiento Craneofacial Ortodoncia y Ortopedia. Primera Edición. Caracas-Venezuela: Editorial Actualidades Medico Odontológicas Latinoamérica, C.A; 1993.
4. Vellini A, Ferreira F. Ortodoncia: Diagnóstico Y Planificación Clínica. Primera Edición. España: Editorial Artes Médicas; 2002.
5. Lamparsky Dg. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae. Pittsburg: university of Pittsburg; 1972.
6. Guiulfo N, edad promedio del pico de crecimiento puberal en adolescentes del centro médico Naval [Tesis para optar el grado de Cirujano Dentista]. Lima : Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2008. Disponible en
http://www.cybertesis.edu.pe/sisbib/2008/guiulfo_cn/pdf/guiulfo_cn.pdf
7. Tancan U, Sabri R, Faruk B, Zafer S, Chronologic age and Skeletal Maturation of the Cervical Vertebral and Hand-wrist: Is there a relationship?. Am J Orthod Dentofac Orthop 2006.
8. Análisis de Fishman. Calameo publish, share, browse. [sede web]; 2010. [acceso 12 de diciembre del 2009]. Disponible en:
<http://en.calameo.com/read/0000497622c8f9eb269e0>
9. Moscoso M, Tenorio J, Patiño CA. Importanza dello studio della colonna cervicale sulla teleradiografia latero-laterale per la determinazione dell' età scheletrica. Odontoiatria Oggi; 1987.
10. Hassel B, Farman A. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. Am J Orthod; 1995.
11. Rivas C, Avaria C, Guzmán CL. Correlación entre la edad cronológica y maduración ósea en vértebras cervicales en adolescentes chilenos para determinar el pico de crecimiento puberal, revista dental de Chile; 2009. Disponible en
http://bvs.sld.cu/revistas/est/vol_47_03_10/est06310.pdf

12. Ramos P. Evaluación de los estadios de maduración esquelética según Fishman en niños de 8 a 16 años de edad del distrito de Tambo de Mora- Chincha. [tesis para optar el título profesional de cirujano dentista]. Lima. UPCH.2004.
13. Adiazola M, Williams F, Tuesta O, et al. Estadios de maduración esquelética en grupos poblacionales que residen a diferente altitud Lima y Cerro de Pasco. Fundación Hipólito Unanue. 1996.
14. Moyers R. Manual de Ortodoncia. Cuarta Edición. Buenos Aires-Argentina: Editorial Médica Panamericana; 1992.
15. Fishman L. Chronological Versus Skeletal Age, An Evaluation Of Craniofacial Growth. Angle Orthod; 1979 .
16. Fishman L. Radiographic Evaluation of Skeletal Maturation – A Clinically Oriented Method Based on Hand-Wrist Films. Angle Orthod; 1982.
17. Mourelle M, Correlación entre la maduración dentaria e indicadores de crecimiento esquelético en pacientes odontopediátricos. Tesis para el Grado de Especialidad en Ortodoncia. Universidad Complutense de Madrid; 2004.
18. Águila FJ. Tratado de Ortodoncia, Teoría – Práctica. Tomos I y II. Editorial Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica C. A. Venezuela. 2000.
19. Coronado M. Comparación de los estadios de maduración de la falange media del tercer dedo de la mano derecha e izquierda en pacientes de 8 a 15 años de edad. Odontol. Sanmarquina; 2008
20. Interlandi S. Ortodoncia: Bases Para La Iniciación. 5ª Edición; 2002.
21. Uribe G. Fundamentos de Odontología. Ortodoncia Teoría y Clínica. Primera Edición. Bogotá-Colombia: Corporación para Investigaciones Biológicas; 2004.
22. Laquihuanaco GM, edad cronológica promedio de los estadios de maduración ósea según el método de Hagg y Taranger, en niños desnutridos crónicos, de 9 a 14 años, que acudieron al Centro de Salud de Ocongate, Marzo-Abril [Tesis para optar el título profesional de Cirujano Dentista]; 2010.
23. Hidalgo C. Correlación entre edad cronológica e indicadores de maduración esquelética de la mano en peruanos de 9-16 años de edad Lima; 2000. Tesis (Esp.en Ortod.). UPCH; 1999.
24. Toledo G, Otaño R. Concordancia entre los estadios de maduración esquelética y los estadios de calcificación dental, Revista Cubana de Estomatología [revista en internet]; 2010. [acceso 18 de noviembre del 2010]. Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0034-75072010000200009&script=sci_arttext
25. Quirós A, Oscar J. Bases Biomecánicas y Aplicaciones Clínicas en Ortodoncia Interceptiva: Actualidades Médico Odontológicas Latinoamérica, C.A; 2006.

26. Peluffo PL. Indicadores de la Maduración: Edad Ósea y Vértebras Cervicales. Odontología Interdisciplinaria - Asociación de Odontología Interdisciplinaria Número 1 sin trámite. Disponible en: <http://www.cienciared.com.ar/ra/doc.php?n=237>
27. Gibilisco, Joseph. Diagnóstico Radiológico en Odontología. 5ª Edición. Editorial Médica Panamericana 1987.

ANEXOS

ANEXO 1

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Ficha N°:

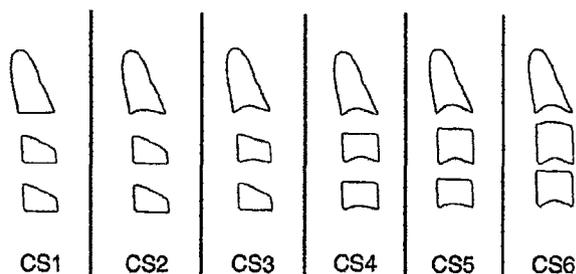
Sexo:

Edad cronológica(años y meses):

Fecha de nacimiento:

Lugar de nacimiento:

Determinación del estadio de maduración según Hassel y Farman



VERTEBRA C2

BORDE INFERIOR	
PLANO	
CONCAVO	
CONCAVO PROFUNDO	

Vertebra C3

BORDE INFERIOR		FORMA	
PLANO		TRAPEZOIDAL	
CONCAVO		LIGERAMENTE RECTANGULAR	
CONCAVO PROFUNDO		RECTANGULAR HORIZONTAL	
		RECTANGULAR VERTICAL	
		CUADRADO	

Vertebra C4

BORDE INFERIOR		FORMA	
PLANO		TRAPEZOIDAL	
CONCAVO		LIGERAMENTE RECTANGULAR	
CONCAVO PROFUNDO		RECTANGULAR HORIZONTAL	
		RECTANGULAR VERTICAL	
		CUADRADO	

Correspondencia al Estadio según Hassel y Farman

Estadio I	Estadio II	Estadio III	Estadio IV	Estadio V	Estadio VI

ANEXO 2

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Yo:.....

Identificado con DNI N°....., padre, madre o apoderado de mi menor hijo(a):....., habiendo sido

informado ampliamente sobre el procedimiento a realizarse, autorizo en forma voluntaria al Sr. Jhonatan Huayllapuma Callonza, estudiante de la carrera profesional de Odontología de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, para que efectúe la toma radiográfica cefalométrica de mi menor hijo(a), como parte de la investigación intitulada:

“EDAD CRONOLÓGICA PROMEDIO DE LOS ESTADÍOS DE MADURACION OSEA MEDIANTE EL MÉTODO DE HASSEL Y FARMAN EN PACIENTES DE 10 A 16 AÑOS, QUE ACUDEN AL CENTRO DE RADIODIGNÓSTICO ESTOMATOLÓGICO CUSCO, ENERO-MARZO 2011”, pudiendo retirarlo de la presente investigación si así lo deseo.

Cusco.... De..... del 2011

.....

Firma del padre o apoderado

ANEXO 3

CUESTIONARIOS PARA LA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

CRITERIOS PARA LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

CRITERIOS	ESCALA DE VALIDACIÓN				
1. ¿Considera Ud. que las interrogantes miden lo que se pretende medir?	1	2	3	4	5
2. ¿Considera Ud. que la cantidad de interrogantes son suficientes para tener una comprensión de la materia en estudio?	1	2	3	4	5
3. ¿Considera Ud. que las interrogantes son una muestra representativa del universo materia de estudio?	1	2	3	4	5
4. ¿Considera Ud. que los conceptos citados en este instrumento son todos y cada uno de ellos, propios de las variables en estudio?	1	2	3	4	5
5. ¿Considera Ud. que si se aplica en reiteradas oportunidades este instrumento a muestras similares, se obtendrían resultados similares?	1	2	3	4	5
6. ¿Considera Ud. que todas y cada una de las interrogantes están en relación directa con los objetivos del estudio?	1	2	3	4	5
7. ¿Considera Ud. que el lenguaje utilizado en el presente instrumento es claro, sencillo y no da lugar a diferentes interpretaciones?	1	2	3	4	5
8. ¿Considera Ud. que la estructura del presente instrumento es adecuada para el tipo de personas a quien está dirigido?	1	2	3	4	5
9. ¿Estima Ud. que las escalas de medición utilizadas son pertinentes a los objetos materia de estudio?	1	2	3	4	5

10. ¿Qué aspectos, a su consideración, se deberían modificar o incrementar para que este instrumento de recolección de datos cumpla con los objetivos planteados?

Hicieron la tabla (Piedra de recolección de datos)



[Firma]

FRANCISCO MORALES CASALES

462 CINGULARO DENTISTA

COP 5708

Firma y Sello del Profesional

CRITERIOS PARA LA VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

CRITERIOS	ESCALA DE VALIDACIÓN				
	1	2	3	4	5
1. ¿Considera Ud. que las interrogantes miden lo que se pretende medir?					5
2. ¿Considera Ud. que la cantidad de interrogantes son suficientes para tener una comprensión de la materia en estudio?	1			4	
3. ¿Considera Ud. que las interrogantes son una muestra representativa del universo materia de estudio?					5
4. ¿Considera Ud. que los conceptos citados en este instrumento son todos y cada uno de ellos, propios de las variables en estudio?				4	
5. ¿Considera Ud. que si se aplica en reiteradas oportunidades este instrumento a muestras similares, se obtendrían resultados similares?					5
6. ¿Considera Ud. que todas y cada una de las interrogantes están en relación directa con los objetivos del estudio?					5
7. ¿Considera Ud. que el lenguaje utilizado en el presente instrumento es claro, sencillo y no da lugar a diferentes interpretaciones?				4	
8. ¿Considera Ud. que la estructura del presente instrumento es adecuada para el tipo de personas a quien está dirigido?				4	
9. ¿Estima Ud. que las escalas de medición utilizadas son pertinentes a los objetos materia de estudio?				4	

10. ¿Qué aspectos, a su consideración, se deberían modificar o incrementar para que este instrumento de recolección de datos cumpla con los objetivos planteados?



Dr. Leoblan Orosco Aguayo
 Psicólogo Asistente
 C.B.P. 4921

CRITERIOS	ESCALA DE VALIDACIÓN				
	1	2	3	4	5
1. ¿Considera Ud. que las interrogantes miden lo que se pretende medir?				x	
2. ¿Considera Ud. que la cantidad de interrogantes son suficientes para tener una comprensión de la materia en estudio?	1	2	3	4	x
3. ¿Considera Ud. que las interrogantes son una muestra representativa del universo materia de estudio?	1	2	3	4	x
4. ¿Considera Ud. que los conceptos citados en este instrumento son todos y cada uno de ellos, propios de las variables en estudio?	1	2	3	4	x
5. ¿Considera Ud. que si se aplica en reiteradas oportunidades este instrumento a muestras similares, se obtendrían resultados similares?	1	2	3	4	x
6. ¿Considera Ud. que todas y cada una de las interrogantes están en relación directa con los objetivos del estudio?	1	2	3	4	x
7. ¿Considera Ud. que el lenguaje utilizado en el presente instrumento es claro, sencillo y no da lugar a diferentes interpretaciones?	1	2	3	4	x
8. ¿Considera Ud. que la estructura del presente instrumento es adecuada para el tipo de personas a quien está dirigido?	1	2	3	4	x
9. ¿Estima Ud. que las escalas de medición utilizadas son pertinentes a los objetos materia de estudio?	1	2	3	4	x

10. ¿Qué aspectos, a su consideración, se deberían modificar o incrementar para que este instrumento de recolección de datos cumpla con los objetivos planteados?

Creo que el instrumento de recolección de datos está bien elaborado. El "problema" es que los resultados van a reflejar la subjetividad del investigador, a no ser que se establezcan algunos parámetros para que la observación y análisis de las imágenes se estandaricen.



Dra. Vilma Elizabeth Ruiz García
Especialista en Psicología Cual y
Metodología
C.C.P. 10824 P.M.C. 2015

Firma y Sello del Profesional

ANEXO 4

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

Para determinar la validez del instrumento de recolección de datos utilizado en la presente investigación, se realizó la validación a juicio de cinco expertos quienes determinaron la validez del contenido, utilizando el método DPP (Distancia del Punto Promedio), a través de la siguiente fórmula:

$$D_{pp} = \sqrt{(x - y_1)^2 + (x - y_2)^2 + \dots + (x - y_n)^2} \quad ;$$

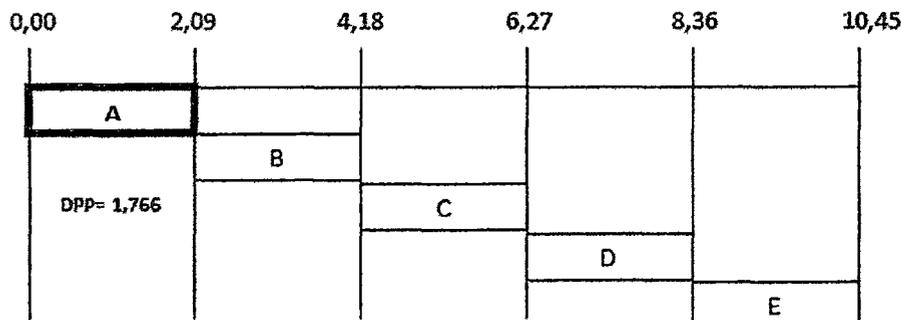
Donde:

x = Valor máximo concedido en la escala para cada ítem.

y = El promedio de cada ítem

N° ITEMS	EXPERTO 1	EXPERTO 2	EXPERTO 3	PROMEDIO
1	5	5	4	4,67
2	4	4	5	4,33
3	5	2	5	4,00
4	4	5	4	4,33
5	5	5	5	5,00
6	5	4	5	4,67
7	4	5	5	4,67
8	4	4	5	4,33
9	4	4	5	4,33

$D_{PP} = 1,766$



- A = Adecuación total
- B = Adecuación en gran medida
- C = Adecuación promedio
- D = Escasa adecuación
- E = Inadecuación

El índice de validez hallado en este estudio fue de 1,766; el cual se ubica en la zona "A", lo cual significa que el instrumento tiene una **adecuación total** para poder ser aplicado a la muestra en estudio.

ANEXO 5

ÍNDICE KAPPA DE COHEN PARA EVALUAR EL GRADO DE CONCORDANCIA ENTRE DOS EXAMINADORES

EXAMINADOR A (EXPERTO)								
EXAMINADOR (TESISTA)		ESTADI O I	ESTADI O II	ESTADI O III	ESTADI O IV	ESTADI O V	TOTA L	
	ESTADI O I	2 0,5	1 0,5	0 1	0 0,5	0 0,5	0 0,5	3
	ESTADI O II	0 0,2	1 0,2	0 0,3	0 0,2	0 0,2	0 0,2	1
	ESTADI O III	0 0,7	0 0,7	4 1,3	0 0,7	0 0,7	0 0,7	4
	ESTADI O IV	0 0,5	0 0,5	0 1	2 0,5	1 0,5	1 0,5	3
	ESTADI O V	0 0,2	0 0,2	0 0,3	0 0,2	0 0,2	1 0,2	1
	TOTAL	2	2	4	2	2	2	12

Siendo la fórmula matemática:

$$K = \frac{po - pe}{1 - pe}$$

Donde :

Po =proporción de acuerdos observados

Pe =proporción de acuerdos esperados

$$po = \frac{2 + 1 + 4 + 2 + 1}{12}$$

$$pe = \frac{0,5 + 0,2 + 1,3 + 0,5 + 0,2}{12}$$

$$po = 0,833$$

$$pe = 0,225$$

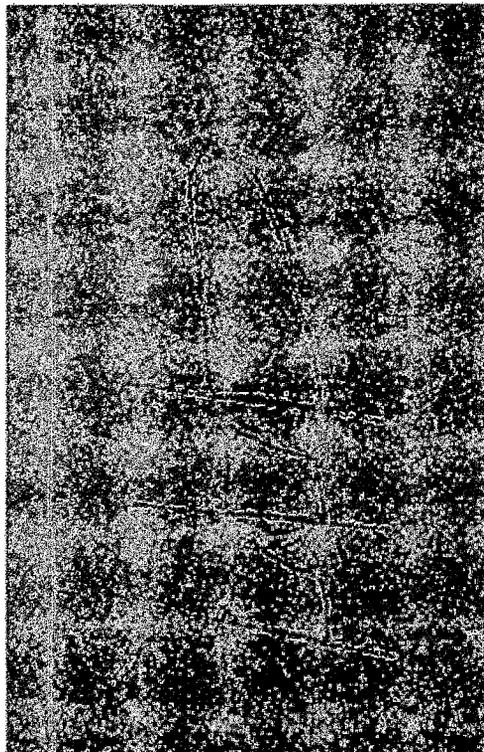
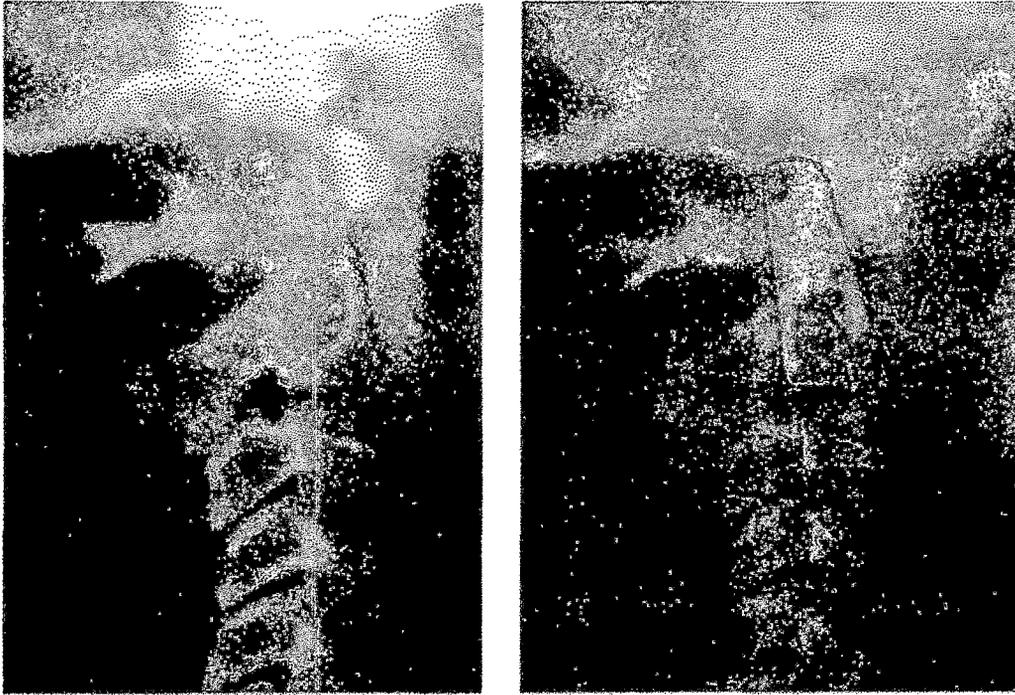
K = 0,786

ÍNDICE KAPPA	GRADO DE ACUERDO O CONCORDANCIA
<0	SIN CONCORDANCIA
0-0,19	CONCORDANCIA INSIGNIFICANTE
0,2-0,39	BAJA CONCORDANCIA
0,4-0,59	MODERADA CONCORDANCIA
0,6-0,79	BUENA CONCORDANCIA
0,8-1	MUY BUENA CONCORDANCIA

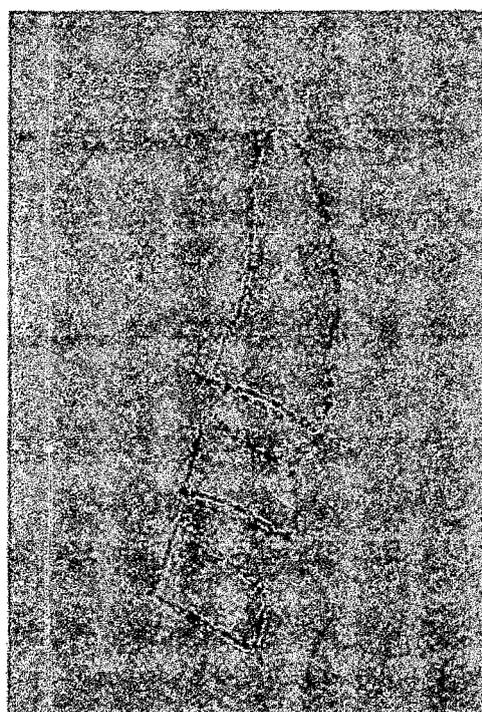
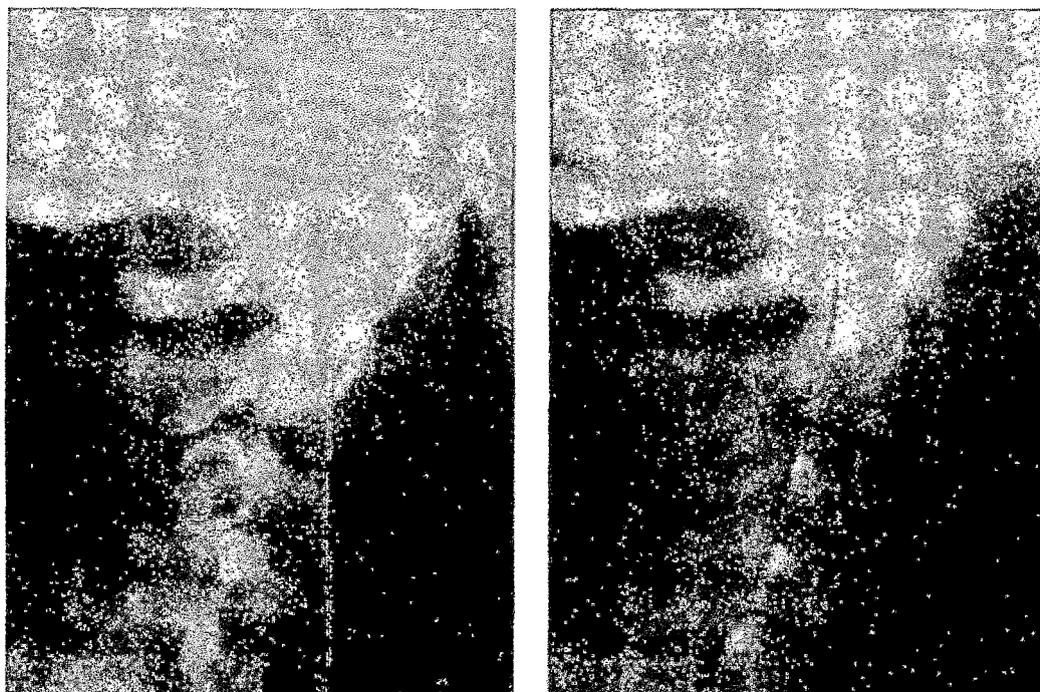
ANEXO 6

ESTADÍOS DE MADURACIÓN SEGÚN HASSEL Y FARMAN

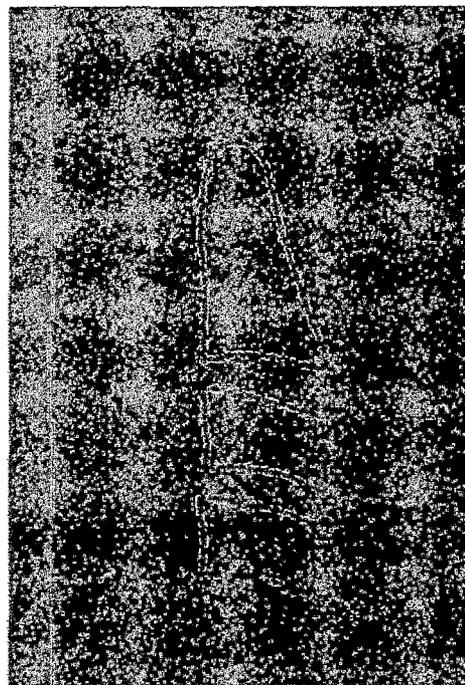
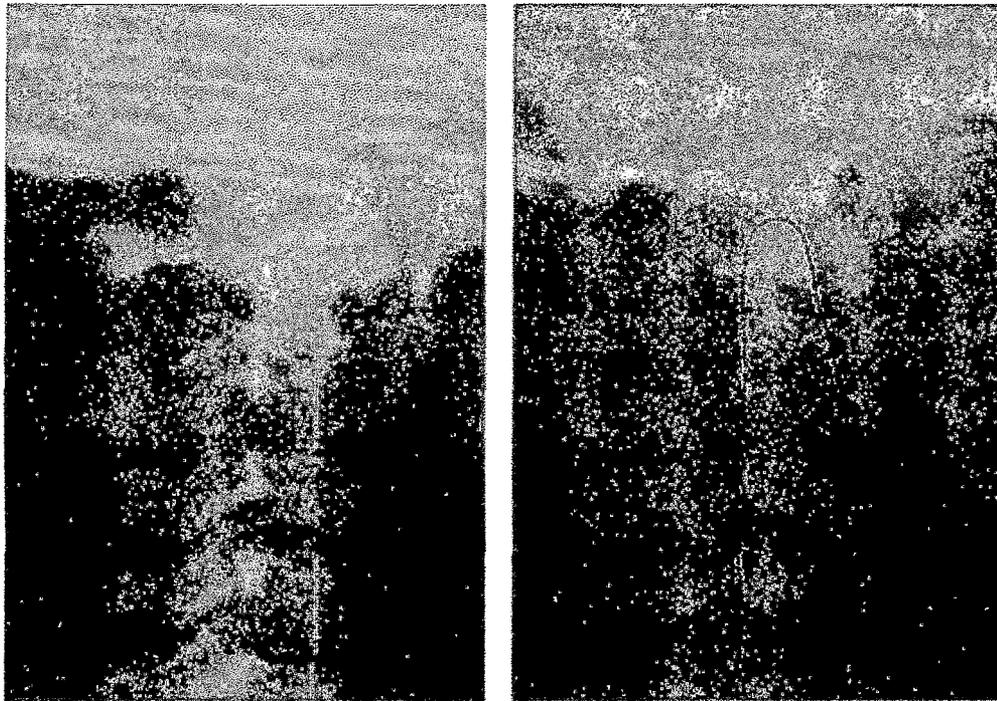
Estadio 1 de Maduración Esqueletal según Hassel y Farman



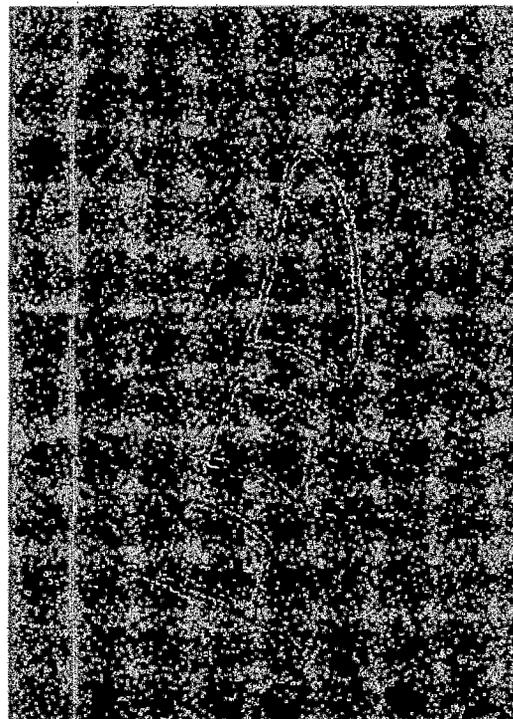
Estadio 2 de Maduración Esqueletal según Hassel y Farman



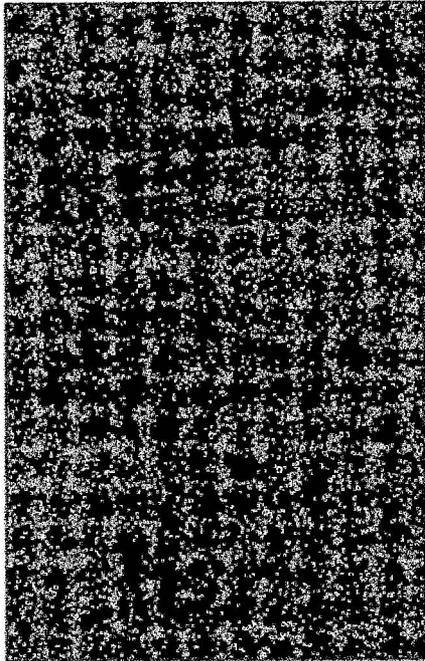
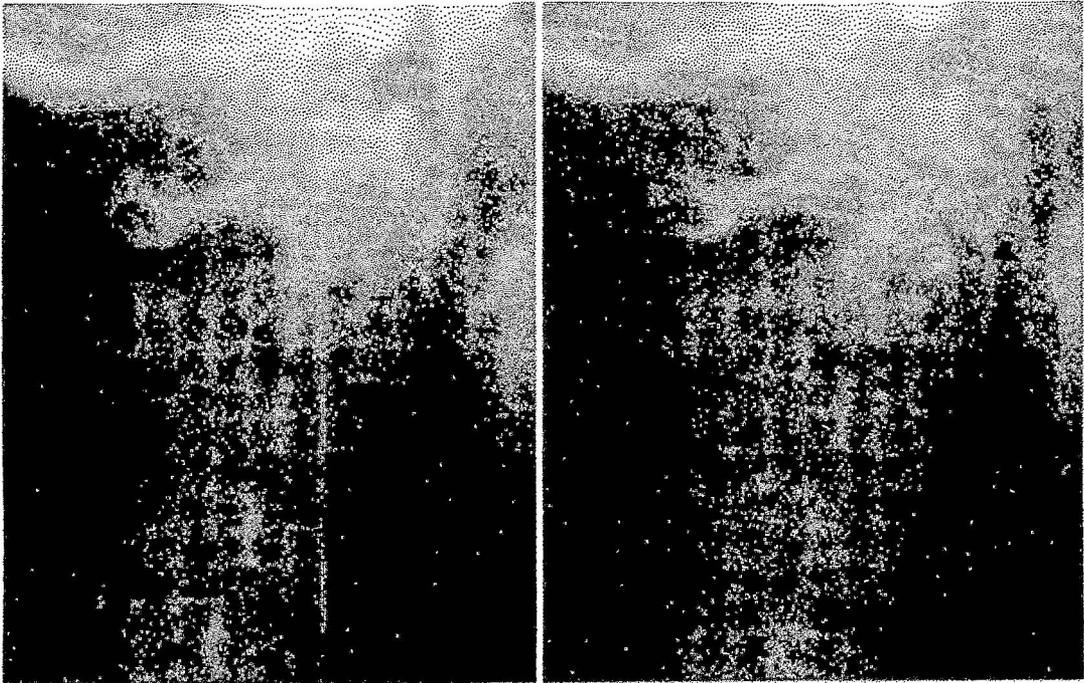
Estadío 3 de Maduración Esqueletal según Hassel y Farman



Estadio 4 de Maduración Esqueletal según Hassel y Farman



Estadio 5 de Maduración Esqueletal según Hassel y Farman



Estadío 6 de Maduración Esqueletal según Hassel y Farman

