

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
PROGRAMA DE DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA SALUD



TESIS DOCTORAL

RELACIÓN ENTRE LA POSICIÓN DEL PIE Y MALOCLUSIONES DENTALES
EN NIÑOS DE 6-9 AÑOS DE EDAD.

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

Málaga, Mayo de 2018

PRESENTADA POR: ANA J. MARCHENA RODRÍGUEZ

DIRECCIÓN:


Dr. D. Gabriel Antonio Gijón Noguero

Dra. D^a. Noelia Moreno Morales



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

AUTOR: Ana J. Marchena Rodríguez

 <http://orcid.org/0000-0002-8981-1680>

EDITA: Publicaciones y Divulgación Científica. Universidad de Málaga



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode>

Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización pero con el reconocimiento y atribución de los autores.

No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.

Esta Tesis Doctoral está depositada en el Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga (RIUMA): riuma.uma.es









UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

Facultad de Ciencias de la Salud

D. Gabriel Gijón Noguero, Doctor por la Universidad de Málaga, Profesor Contratado Doctor del Departamento de Enfermería (Podología) de la Universidad de Málaga

CERTIFICA que el trabajo presentado como Tesis Doctoral por D^a. Ana J. Marchena Rodríguez titulado “**RELACIÓN ENTRE LA POSICIÓN DEL PIE Y MALOCLUSIONES DENTALES EN NIÑOS DE 6-9 AÑOS DE EDAD**”, ha sido realizado bajo mi dirección y considero que reúne las condiciones apropiadas en cuanto a contenido y rigor científico para ser presentado a trámite de lectura.

Y para que conste donde convenga firmo el presente en Málaga a 2 mayo de 2018.

Fdo. Dr. D.: Gabriel Gijón Noguero





UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA

D^a. Noelia Moreno Morales, Doctora por la Universidad de Málaga, Profesora Contratada Doctora del Departamento de Fisioterapia de la Universidad de Málaga

CERTIFICA que el trabajo presentado como Tesis Doctoral por D^a. Ana J. Marchena Rodríguez titulado “**RELACIÓN ENTRE LA POSICIÓN DEL PIE Y MALOCLUSIONES DENTALES EN NIÑOS DE 6-9 AÑOS DE EDAD**”, ha sido realizado bajo mi codirección y considero que reúne las condiciones apropiadas en cuanto a contenido y rigor científico para ser presentado a trámite de lectura.

Y para que conste donde convenga firmo el presente en Málaga a 2 mayo de 2018.

Fdo. Dra. D^a.: Noelia Moreno Morales





“Si he podido ver más allá,
es porque me he parado sobre los hombros de gigantes”.

Isaac Newton



AGRADECIMIENTOS

Quisiera agradecer con estas palabras a todas las personas que de una u otra manera han hecho posible la realización de esta tesis:

Al Dr. D. Gabriel A. Gijón Noguero, por ser mi director, permitirme hacerlo realidad y guiarme en este proyecto. Gracias por confiar en mí.

A la Dra. D^a. M^a Teresa Labajos Manzanares, por ser tutora en este trabajo y apoyarlo desde el principio.

A la Dra. D^a. Noelia Moreno Morales, por formar parte de este trabajo y aportarme su experiencia.

Al Dr. D. Jesús Montes Alguacil por colaborar en parte de este proyecto con su trabajo y tiempo.

Al Dr. D. Alejandro Luque Suárez por darme valiosos consejos que espero seguir recibiendo en el futuro.

A mi amigo Pascual Llorente, por aportarme su tiempo y conocimientos en su dilatada carrera profesional.

A mi amiga Edith Ramírez Parga, ya que sin ella, no hubiera sido posible completar este proyecto. Gracias por su aportación en la rama odontológica. Gracias por estar ahí siempre que te solicité.

A mi compañero Santiago Salto Juárez, que me prestó su ayuda incondicional, comprensión y apoyo desde el principio. Gracias.

A mi amiga y compañera Marta Cortés Campos por estar en mi vida desde el primer día de nuestra andadura por el camino de la podología y ayudarme con sus palabras a seguir.

A los centros educativos que nos dieron la oportunidad de realizar este trabajo.
A los alumnos por su paciencia y a los padres/madres/tutores por consentir la toma de medidas.

A mis padres, Ana y Miguel, por enseñarme que la vida es única y no debemos dejar de hacer lo que nos hace felices. Por estar y valorarme siempre. Lo que soy es gracias a ellos.

A mis hermanas, Irene y Palmira, por ser más que hermanas, por quererme y cuidarme.

A mis sobrinas, Marina y Pastora, por hacerme sonreír y coger fuerzas para continuar.

Y finalizo con mi hija, Marta, mi motor, a la que agradezco y pido perdón por privarla de tanto tiempo juntas. Gracias por entenderlo. Lo que hago es gracias a ti.

ÍNDICE

CAPÍTULO I: MARCO CONCEPTUAL

1.1 Desarrollo del miembro inferior del niño	22
1.1.1 Recuerdo anatómico.....	30
1.1.2 Osificación del miembro inferior.....	34
1.1.3 Alteraciones de miembros inferiores en población infantil.....	40
1.2 Desarrollo del sistema estomatognático del niño.....	47
1.2.1 Recuerdo anatómico.....	49
1.2.2 Osificación.....	52
1.2.3 Alteraciones del sistema estomatognático en población infantil.....	53
1.3 La postura corporal.....	60
1.4 Relación de alteraciones del sistema estomatognático con el resto del cuerpo.....	70
1.5 Relación de alteraciones de miembros inferiores con el resto del cuerpo.....	78
1.6 Justificación.....	82
CAPÍTULO II: OBJETIVOS.....	85
CAPÍTULO III: RELACIÓN ENTRE POSICIÓN DEL PIE Y MALOCLUSIONES DENTALES EN NIÑOS DE 6-9 AÑOS DE EDAD: ESTUDIO TRANSVERSAL	
1. Introducción.....	92
2. Material y método.....	97
2.1 Diseño y muestra.....	97
2.2 Análisis estadístico.....	104
3. Resultados.....	105
4. Discusión.....	109
5. Conclusiones.....	114

CAPÍTULO IV: RELACIÓN DE LA HUELLA PLANTAR CON LA POSICIÓN DEL PIE EN POBLACIÓN INFANTIL. UN ESTUDIO TRANSVERSAL

1. Introducción.....	118
2. Material y método.....	120
2.1 Diseño y muestra.....	120
2.2 Análisis estadístico.....	123
3. Resultados.....	124
4. Discusión.....	127
5. Conclusiones.....	133
CAPÍTULO V: LIMITACIONES Y PROSPECTIVA.....	135
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES.....	141
CAPÍTULO VII: REFERENCIAS.....	145
CAPÍTULO VIII: ANEXOS.....	175
CAPÍTULO IX: PUBLICACIONES.....	199

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Evolución a la postura erecta.....	23
Figura 2: Figura 2a. Botón germinal a la cuarta semana. Figura 2b. 6ª semana: pie con primer dedo hacia cefálico. Rotación del miembro inferior. Figura 2c. 9ª semana: primer dedo casi en alineación definitiva. Figura 2d. 4º mes: el proceso de orientación de los pies ha terminado.....	26
Figura 3: Torsión progresiva hacia adelante del cuello femoral (anteversión), alcanzando al final de la gestación de 25° a 50°	28
Figura 4: Ángulo de anteversión femoral normal (15°) al terminar el crecimiento.....	29
Figura 5: Los tres ejes principales del complejo articular del pie.....	33
Figura 6: Vista dorsal del pie. Estructura ósea.....	33
Figura 7: Muestra las edades en las que aparecen los núcleos de osificación en la rodilla.....	35
Figura 8: Esquema que muestra las edades a las que se cierran las fisas de rodilla.....	35
Figura 9: Visión dorsal del antepié de un niño de tres años de edad donde se aprecian los cartílagos de crecimiento en la base de las falanges proximales, medias y distales.....	36
Figura 10: Proyección radiológica lateral seis años y ocho meses.....	37
Figura 11: Paciente de 7.7 años. La imagen radiológica dorsoplantar en carga denota la presencia de un núcleo secundario de osificación proximal. Se observa un patrón de osificación diferente al resto de metatarsianos, similar a la osificación de una falange.....	39
Figura 12: Diferencia en el posicionamiento del paciente con las rótulas apuntando al frente, evidenciando la asociación con deformidad rotacional.....	41
Figura 13: Efecto de las férulas seriadas en la postura bípeda en una niña de cinco años con diplejía espástica.....	45
Figura 14: Vista lateral izquierda del aparato estomatognático.....	49
Figura 15: Localización de la ATM y su interacción con la oclusión dentaria.....	51
Figura 16: La boca entreabierta, en reposo y comiendo es un signo del Síndrome de Respiración Bucal.....	56
Figura 17: Movimiento del avance mandibular en la lactancia materna.....	58

Figura 18: Tipologías raquídeas en el plano sagital.....	62
Figura 19: Postura en el plano frontal y sagital.....	65
Figura 20: Cuanto más cerca del centro de gravedad corporal se encuentre la carga, más fácil será llevar la mochila.....	66
Figura 21: Ancho de la base de sustentación.....	66
Figura 22: Síndrome postural descendente.....	71
Figura 23: Relación entre maloclusión dental y posición del cuerpo.....	72
Figura 24: Síndrome postural ascendente.....	79
Figura 25: Puntos que se incluyen en la medición de FPI.....	100
Figura 26: Representación del ángulo de Clarke.....	101
Figura 27-28: Distintas maloclusiones dentales según la clasificación de Angle	102
Figura 29-30: Diagrama caja y bigotes. Relación de CA con la clasificación dentaria según Angle.....	107
Figura 31-32: Diagrama caja y bigotes. Relación de FPI con la maloclusión dental según Angle.....	107
Figura 33: Paciente del estudio que presenta una maloclusión dental Clase III y un FPI por encima de 5.....	108
Figura 34-35: Gráfico de barras. Relación de CA con FPI en niños.....	125
Figura 36-37: Gráfico de barras. Relación de CA con FPI en niñas.....	125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Resumen de las fases del desarrollo del miembro inferior intraútero....	27
Tabla 2: Factores interactuantes en los TTM.....	74
Tabla 3: Características de la muestra.....	105
Tabla 4: Relación de las variables podológicas con la variable dental.....	106
Tabla 5: Características de la muestra.....	120
Tabla 6: Media y desviación típica de ángulo de Clarke y FPI.....	124



CAPÍTULO I: MARCO CONCEPTUAL

CAPÍTULO I.- MARCO CONCEPTUAL

1.1 DESARROLLO DEL MIEMBRO INFERIOR DEL NIÑO.

1.1.1 RECUERDO ANATÓMICO.

1.1.2 OSIFICACIÓN DEL MIEMBRO INFERIOR.

1.1.3 ALTERACIONES DE MIEMBROS INFERIORES EN POBLACIÓN INFANTIL:

A) ALTERACIONES TORSIONALES Y DEFORMACIONES ANGULARES.

B) ALTERACIONES MUSCULOESQUELÉTICAS.

C) ALTERACIONES ARTICULARES.

D) ALTERACIONES TENDINOSAS.

E) ALTERACIONES NEUROLÓGICAS.

1.2 DESARROLLO DEL SISTEMA ESTOMATOGNÁTICO.

1.2.1 RECUERDO ANATÓMICO.

1.2.2. OSIFICACIÓN.

1.2.3 ALTERACIONES DEL SISTEMA ESTOMATOGNÁTICO EN POBLACIÓN INFANTIL.

1.3 LA POSTURA CORPORAL (GENERAL-NIÑOS).

1.4 RELACIÓN DE ALTERACIONES DEL SISTEMA ESTOMATOGNÁTICO CON EL RESTO DEL CUERPO.

1.5 RELACIÓN DE ALTERACIONES DE MIEMBROS INFERIORES CON EL RESTO DEL CUERPO.

1.6 JUSTIFICACIÓN.

1. MARCO CONCEPTUAL

1.1 DESARROLLO DEL MIEMBRO INFERIOR DEL NIÑO. INTRAÚTERO.

El interés de la medicina por las alteraciones morfoestáticas en el plano sagital tiene una larga historia, siendo el alemán Staffel, en 1889, el primer autor que introduce el concepto de tipologías raquídeas en el plano sagital (Staffel, 1889).

La transición de la postura corporal cuadrúpeda a la posición bípeda trajo consigo una serie de modificaciones corporales, producto de las nuevas demandas mecánicas y de la interacción en el entorno, la orientación espacial de la cabeza, la columna vertebral y las extremidades; también junto a la transformación de las curvas fisiológicas del raquis para promover una postura estable e incrementar la resistencia a cargas compresivas dispuestas axialmente. Se ampliaron las posibilidades de alcance visual, se favoreció la libertad de movimiento de las extremidades superiores y, con ello, el desarrollo de una gran cantidad de acciones motoras, como la capacidad de sujeción y alcance de las manos, con la cual se ampliaron sus aptitudes individuales y sociales. Sin embargo, la adopción y el mantenimiento de la postura bípeda también condujeron a una mayor actividad de grupos musculares posturales para contrarrestar la acción de la fuerza de la gravedad y prevenir la pérdida del control de la posición (Gaona, Gerardina y González, 2014).

Dentro del orden de los primates, los humanos presentamos dos características muy peculiares: por un lado somos la especie de este orden con un mayor periodo de gestación y, por otro, las crías de nuestra especie son las que pasan por un periodo de dependencia mayor respecto a sus progenitores. Estas dos cuestiones influyen notablemente en la estructura de la biología social de nuestra especie. En cuanto al modo de evolución, se destaca la importancia de distinguir entre conceptos como adaptación y adaptabilidad. Ambos son conceptos que reflejan realidades inversamente proporcionales, de modo que cuanto más adaptada esté una especie a un solo ambiente (cuanto más especialista sea) menos adaptabilidad tendrá a los cambios potenciales en su nicho y por ello más vulnerable será a los mismos y más difícil le

resultará la supervivencia cuando estos acaezcan. Mantener un alto índice de adaptabilidad (ser generalista) es algo que permitió sobrevivir al género Homo; sin embargo, hoy en día, y gracias a la tecnología, la adaptación y la adaptabilidad ya no son inversamente proporcionales en el hombre (Turbón, 2006).

La dificultad creciente que ofrece el equilibrio en la postura erecta, conduce a un perfeccionamiento concomitante de los reflejos nerviosos destinados a mantener el equilibrio exacto en todas las condiciones. Así mismo, la actitud erecta permite un cambio en la perspectiva visual del mundo que nos rodea, tomando una gran importancia la visión en los trabajos de la vida cotidiana, por lo que surgen nuevas coordinaciones importantes en el desarrollo, exploración y desempeño del ser humano (Riley y Clark, 2003) (Figura 1).



Figura 1. Evolución a la postura erecta. (Tomada de <http://www.bioenciclopedia.com/evolucion-del-ser-humano-parte-ii/>).

El ciclo vital del ser humano se inicia a partir de una célula única -el cigoto- formado por la fecundación de dos gametos que tras el proceso de desarrollo dará lugar a la formación del individuo adulto (Lacadena, 1995).

Desde el momento de la concepción empieza un largo y complejo proceso de evolución de todo nuestro cuerpo hasta llegar a la edad adulta, pero ni aún terminado nuestro desarrollo finalizan los cambios en nuestra postura.

El crecimiento es un proceso continuo desde la concepción hasta la edad adulta, determinado por la carga genética de cada individuo y dependiente tanto de factores ambientales como de un correcto funcionamiento del sistema

neuroendocrino. Del conocimiento del mismo y de su vigilancia depende en gran medida el futuro, no sólo del ser humano sino de la población a la cual pertenece (Gabulli, 2000).

Tras la fertilización se establecen las capas germinales primarias y las membranas de sujeción. A partir del ectodermo embrionario, se forma la envoltura del embrión, que incluye las capas externas de la piel y sus derivados (pelo, uñas); la membrana mucosa de los extremos caudal y craneal del conducto alimentario, y los sistemas nerviosos central y periférico, incluida la retina y parte del iris del ojo. En términos generales, el endodermo embrionario forma los tejidos epiteliales de los adultos, en este caso la membrana epitelial del conducto alimentario, el parénquima de sus glándulas asociadas (hígado y páncreas), la membrana del sistema respiratorio y la mayor parte del epitelio de la vejiga y la uretra (Palastanga, Field y Soames, 2007).

La maduración supone cambios cualitativos en la organización anatómica y fisiológica que afectan a las capacidades de acción y reacción. Lo que madura son los circuitos neuromusculares. Muchos de los mecanismos nerviosos que median en la conducta no tienen capacidad funcional en edades tempranas y necesitan madurar. Así por ejemplo, diferentes adquisiciones como la motricidad voluntaria y otras de carácter más complejo, entre ellos la prensión fina alcanzada al promediar el primer año de vida, se sustentan en la mielinización progresiva del sistema nervioso. En cierto sentido la maduración es la actualización de lo virtual, de lo posible, que si bien depende de factores innatos y endógenos es imposible sin la interacción con el medio, donde la presencia del otro cobra relevante importancia. Con el término desarrollo suele abarcarse la totalidad de los fenómenos implicados en los cambios. Incluye los aspectos cualitativos y cuantitativos (crecimiento y maduración) siempre en relación a un intercambio con el medio social como fuente de los estímulos necesarios para completar ambos (Bozzalla y Naiman, 2013).

El desarrollo del pie se deriva de la condensación mesenquimal, a partir del mesodermo, proyectado a través del ectodermo para formar lo que sería un patrón del futuro pie. Hay tres etapas principales para formar el esqueleto: mesenquimal, cartilaginosa y ósea. El mesénquima se diferencia para formar

metatarsianos, falanges y el tarso. El precartilago aparece dentro de las áreas de condensación mesenquimal para formar el patrón condricado. La condricación se completa prácticamente al final del periodo embrionario. La infiltración vascular ocurre inicialmente en el astrágalo desde las arterias del seno del tarso (Montes Alguacil, 2016).

El movimiento del embrión se puede detectar alrededor de las siete a ocho semanas de embarazo, y consiste en movimientos de la cabeza hacia el tronco. Más tarde aparecen los movimientos iniciales en los esbozos de miembros (extremidades superiores e inferiores), que aparecen entre la octava y la duodécima semanas e incluyen flexión y extensión. Aunque la madre no los percibe, los movimientos de flexión y extensión de los miembros están bien establecidos al final del segundo mes. Éstos probablemente son controlados por la espina dorsal y no todavía por el cerebro. Más tarde los miembros se mueven en forma más compleja, lo que se puede observar a las catorce semanas (Maldonado-Durán, Saucedo-García y Lartigue, 2008).

Todas estas capacidades perceptivas, motrices y conductuales del feto nos hablan de su predisposición a ser un organismo receptivo y que a la vez comunica sus respuestas con un repertorio conductual delimitado (Karmiloff-Smith, 1995).

Hacia la quinta semana de gestación, al asomar los botones germinales de los miembros inferiores, el grueso artejo está colocado en posición cefálica, por lo cual toda la extremidad rota hacia la línea media del cuerpo para llevarlo a la parte interna, posteriormente todo el segmento tibial como el femoral rotan hacia el lateral o afuera (Staheli, 1987) (Figura 2).

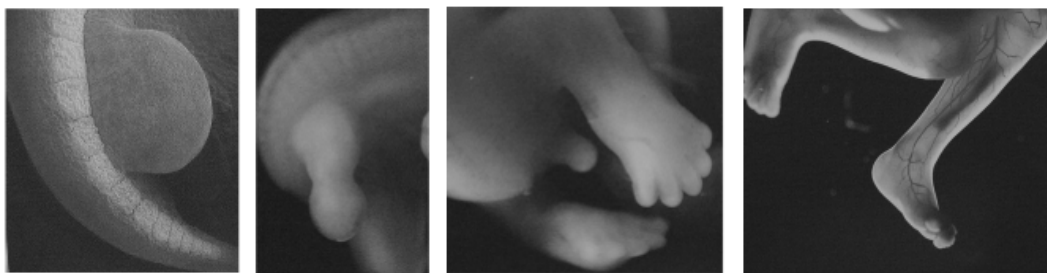


Figura 2a. Botón germinal a la cuarta semana Figura 2b. 6ª semana: pie con primer dedo hacia cefálico. Rotación del miembro inferior. Figura 2c. 9ª semana: primer dedo casi en alineación definitiva. Figura 2d. 4º mes el proceso de orientación de los pies ha terminado. (Tomada de Rev. Cienc. Salud / Bogotá (Colombia) 1 (1): 58-67, abril-junio de 2003).

Durante la gestación, el feto se ve obligado a colocar sus extremidades inferiores en la posición que mejor le permita adaptarse al útero según las dimensiones y el tono del mismo. Al inicio de la sexta semana, los cóndilos femorales y el cuello femoral están situados en el mismo plano frontal, y los pies se sitúan en contacto por las plantas en la llamada postura de “pies rezadores” en una posición de equino-varo. Las fuerzas de moldeado intrauterino actúan sobre la extremidad inferior junto con factores hereditarios y fuerzas musculares, provocan una rotación lateral importante de los fémures, además de una rotación medial menor de las tibias (Arazi, Oğün y Memik, 2001).

En los últimos meses de embarazo los miembros inferiores se encuentran doblados hacia el abdomen (flexión de caderas) con una discreta rotación externa y abducción de muslos, rodillas en flexión a los lados del abdomen, las piernas cruzadas al frente en rotación interna, el retropié en varo y la punta de los pies hacia adentro en aducción de antepié, esto hace que en el momento del nacimiento, por las retracciones musculares y las fuerzas deformantes de la cavidad uterina, el niño se vea con las caderas y rodillas en ligera flexión, rodillas varas, piernas en torsión interna y pies aductos, generalmente uno más que el otro, debido a que estaba sobre el otro en la cavidad uterina (Rodríguez, 2003) (Tabla 1).

Momento desde la ovulación	Hecho
24 horas	Fertilización
72 horas	Paso del producto de la concepción a través del istmo de las trompas de Falopio.
80 horas	Entrada del producto de la concepción en el útero.
4-6 días	Formación del blastocito.
7 días	Implantación.
9-13 días	Disco embrionario bilaminar.
14-15 días	Comienzo de la estría primitiva; aparición del celoma extraembrionario.
16 días	Comienzo de la prominencia notocordal.
17-18 días	Aparece la lámina neural.
19-20 días	Comienza a aparecer el celoma intraembrionario.
20-30 días	Formación de somitas.
24 días	Los pliegues cefálico, caudal, y laterales establecen la forma básica del embrión.
24-26 días	Aparecen las yemas de las extremidades.
5 semanas	Comienzan a desarrollarse manos y pies.
8 semanas	Aparecen los centros primarios de osificación de los huesos largos.
12 semanas	Formación de la pared definitiva del cuerpo.
3 meses	Aparecen las uñas.
5 meses	Comienza a desarrollarse el unto blanquecino grasoso (vérnix caseosa), que probablemente vuelve la piel más impermeable.
7 meses	Se desarrolla el cuero cabelludo y el pelo de las cejas.
Nacimiento	Vértebras en tres partes (el centro y dos arcos neurales); las uñas han crecido hasta el borde de los dedos; las diáfisis de los huesos largos se han osificado por completo; comienza la osificación secundaria (extremo distal del fémur, extremo proximal de la tibia).

Tabla 1. Resumen de las fases del desarrollo. (Tomada de Palastanga et al., 2007).

A partir del 3º o 4º mes de la gestación, la extremidad inferior comienza a girar hacia adentro para colocarse en sentido anteroposterior, además se torsiona el cuello femoral hacia delante, hasta alcanzar al final de la gestación una torsión de entre 25° y 50°, lo que disminuye progresivamente en los primeros años de la vida (Figura 3). Al terminar el crecimiento, quedan unos 15° de anteversión femoral (Figura 4), también la tibia pierde rotación interna de aproximadamente un grado por año, de manera que el lactante tiene unos 5° de rotación externa, en la niñez 10° y aproximadamente 20° en adultos. Esto permite que durante el apoyo la cadera, merced a la anteversión, quede perpendicular a la marcha, mientras que la torsión externa de la tibia lleva al pie a quedar casi paralelo al sentido de la marcha (Calzadilla Moreira, Castillo García, Blanco Estrada y González Martínez, 2002).

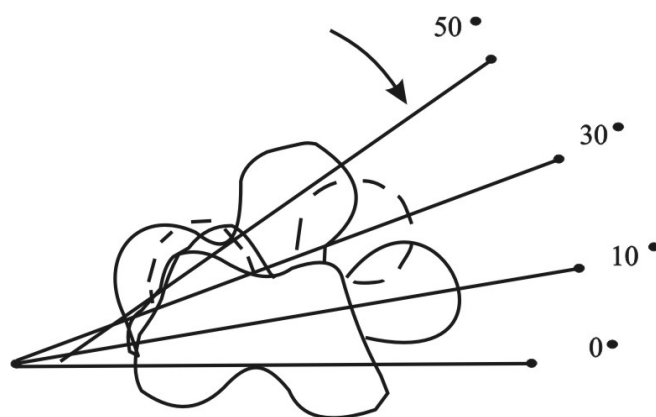


Figura 3. Torsión progresiva hacia adelante del cuello femoral (anteversión), alcanzando al final de la gestación de 25° a 50°. (Tomada de Calzadilla Moreira et al., 2002).

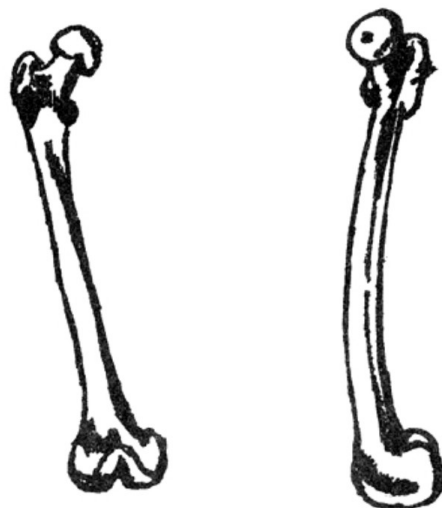


Figura 4. Ángulo de anteversión femoral normal (15°) al terminar el crecimiento. (Tomada de (Calzadilla Moreira et al., 2002).

La posición del pie durante la fase prenatal es de rotación medial al quinto mes de vida intrauterina respecto al eje bimalleolar. Posteriormente, se instaura una rotación lateral progresiva del pie respecto al eje bimalleolar para ser aproximadamente neutra en el momento del nacimiento (Arazi et al., 2001).

1.1.1 RECUERDO ANATÓMICO

Ningún mamífero tiene una posición habitual de la cadera extendida como los humanos. Otros mamíferos, incluyendo los simios no humanos (es decir, gibón, chimpancé, bonobo, gorila y orangután), tienen una posición de cadera 'media-flex' como su defecto. Se requieren extensas adaptaciones óseas para la marcha humana bípeda obligatoria (Hogervorst y Vereecke, 2014).

La articulación de la rodilla se clasifica como biaxial y condílea, en la cual una superficie cóncava se desliza sobre otra convexa alrededor de dos ejes. Como superficies articulares presenta cóndilos del fémur, superficie rotuliana del fémur, carilla articular de la rótula y meniscos femorales (estructuras cartilaginosas que actúan como cojinetes, amortiguando el choque entre el fémur y la tibia). La cápsula articular es grande y laxa, y se une a los meniscos. La articulación de la rodilla puede permanecer estable cuando es sometida rápidamente a cambios de carga durante la actividad, lo cual se conoce como estabilidad dinámica de la rodilla y es el resultado de la integración de la geometría articular, restricciones de los tejidos blandos y cargas aplicadas a la articulación a través de la acción muscular y el punto de apoyo que sostiene el peso (García, García, Fuentes y Victoria, 2003).

La arquitectura ósea de la rodilla suministra una pequeña estabilidad a la articulación, debido a la incongruencia de los cóndilos tibiales y femorales; sin embargo, la forma, orientación y propiedades funcionales de los meniscos mejora la congruencia de la articulación y puede suministrar alguna estabilidad, que es mínima considerando los grandes pesos transmitidos a través de la articulación (Williams, Chmielewski, Rudolph, Buchanan y Snyder-Mackler, 2001).

La orientación y propiedades materiales de los ligamentos, cápsula y tejidos musculotendinosos de la rodilla contribuyen significativamente a su estabilidad (Caulfield y Garrett, 2002).

La estabilidad de la rodilla está asegurada por los ligamentos cruzados anterior y posterior y los colaterales interno (tibial) y externo (peroneo). El ligamento

cruzado anterior (LCA) tiene la función de evitar el desplazamiento hacia delante de la tibia respecto al fémur; el cruzado posterior (LCP) evita el desplazamiento hacia detrás de la tibia en relación con el fémur, que a 90° de flexión se verticaliza y tensa y por ello es el responsable del deslizamiento hacia atrás de los cóndilos femorales sobre los platillos tibiales en el momento de la flexión, lo cual proporciona estabilidad en los movimientos de extensión y flexión (García et al., 2003)

Los ligamentos laterales brindan una estabilidad adicional a la rodilla; así, el colateral externo o peroneo (LLE), situado en el exterior de la rodilla, impide que esta se desvíe hacia adentro, mientras que el colateral interno o tibial (LLI) se sitúa en el interior de la articulación, de forma que impide la desviación hacia afuera, y su estabilidad depende prácticamente de los ligamentos y los músculos asociados (Woo, Debski, Withrow y Janaushek, 1999).

La articulación del tobillo está formada por la extremidad distal de la tibia y el peroné por un lado, y el cuerpo del astrágalo por el otro. A ambos lados existen unas estructuras ligamentosas que mantienen la estabilidad de la articulación. En el lado medial, tenemos al maleolo tibial, unido mediante el ligamento deltoideo al astrágalo. El ligamento deltoideo está formado por dos fascículos: el profundo, que une la cara articular del maleolo tibial con el astrágalo; y el superficial, que tiene forma de abanico extendiéndose desde la punta del maleolo tibial hacia el astrágalo, calcáneo y escafoides. En el lado lateral tenemos el maleolo peroneo y el ligamento colateral lateral del tobillo. Este ligamento está formado por tres fascículos independientes (del Castillo Codes y Martínez, 2001).

La movilidad primaria de la articulación del tobillo se desarrolla en el plano sagital. El arco o rango de flexo-extensión medio es de 43° a 63°, y sólo 30° de este arco son necesarios para una marcha estable (10° de flexión dorsal y 20° de flexión plantar). La rotación del astrágalo dentro de la mortaja del tobillo (10° de promedio) también debe considerarse importante para la comprensión de la biomecánica articular. La presencia de esta rotación convierte el tobillo en una articulación biplanar (Sous Sánchez, Navarro Navarro, Navarro García, Brito Ojeda y Ruiz Caballero, 2011).

La tibiotalariana es la articulación más importante de todo el complejo articular del retropié. Este conjunto de articulaciones, con la ayuda de la rotación axial de la rodilla, tiene las mismas funciones que una sola articulación de tres grados de libertad, que permite orientar la bóveda plantar en todas las direcciones para que se adapte a los accidentes del terreno. Según Kapandji, los tres ejes principales de este complejo articular se interrumpen aproximadamente en el retropié. Cuando el pie está en una posición de referencia, estos tres ejes son perpendiculares entre sí:

- a) El eje transversal pasa por los dos maléolos y corresponde al eje de la articulación tibiotalariana. *Grosso modo*, está incluido en el plano frontal y condiciona los movimientos de flexoextensión del pie, que se realizan en el plano sagital.
- b) El eje longitudinal de la pierna es vertical y condiciona los movimientos de aducción-abducción del pie, que se efectúan en el plano transversal y que son factibles con la rotación axial de la rodilla flexionada. En menor medida, estos movimientos se localizan en las articulaciones posteriores del tarso, aunque siempre estarán combinados con movimientos en torno al tercer eje.
- c) El eje longitudinal del pie es horizontal y pertenece al plano sagital. Condiciona la orientación de la planta del pie de forma que le permite “mirar” ya sea directamente hacia abajo, hacia fuera o hacia dentro. Por analogía con el miembro superior, estos movimientos reciben el nombre de pronación y supinación (Kapandji, Kandel y Kapandji, 1988) (Figura 5).



Figura 5. Los tres ejes principales del complejo articular del pie. (Tomada de Kapandji et al., 1988).

En las articulaciones del pie podemos diferenciar las encaminadas fundamentalmente a la marcha y la dinámica (articulaciones de movimiento). Es el complejo articular del tobillo y las articulaciones metatarsofalángicas y de los dedos. Y las articulaciones encaminadas a amortiguar el choque del pie contra el suelo y a adaptarse a las irregularidades del terreno estabilizándolo (articulaciones de apoyo). Son todas las articulaciones del tarso y metatarso (de la Fuente, González y Toledano, 2003) (Figura 6).

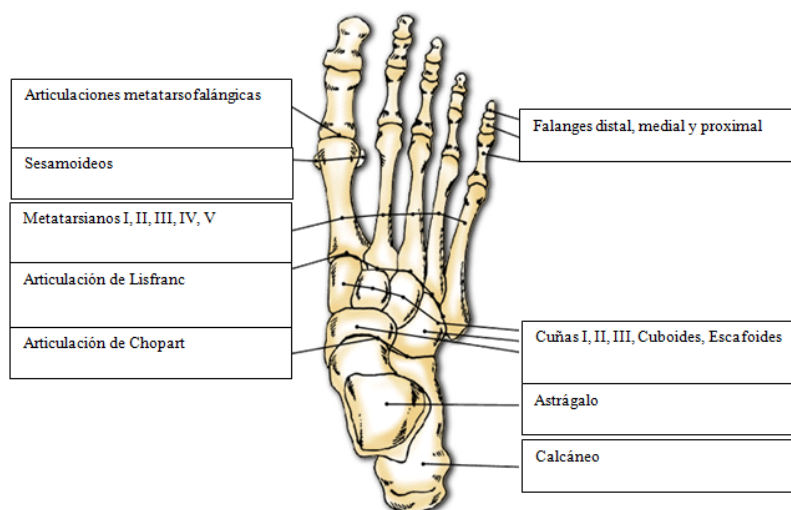


Figura 6. Vista dorsal del pie. Estructura ósea. (Tomada de http://www.podoortosis.com/a_introduccion/huesos/metatal.htm).

1.1.2 OSIFICACIÓN DEL MIEMBRO INFERIOR

Para formar el modelo del pie adulto, durante el desarrollo embrionario y las fases postnatal y juvenil se producen cambios notables en la morfología de los huesos y de sus relaciones espaciales, como parte de un proceso ontogénico normal.

En cuanto a la cadera, desde el momento del nacimiento, el acetábulo acelera su crecimiento, aumentando la cobertura de la cabeza femoral pero manteniendo una cápsula laxa que permite la dislocación y la recolocación de la cabeza femoral. El fémur proximal se encuentra constituido principalmente por cartílago; la osificación de la cabeza femoral parte con un centro secundario que aparece entre los dos y siete meses de edad. Sin embargo la cadera continúa su desarrollo con osificación progresiva del cartílago trirradiado y de fémur proximal con disminución del ángulo acetabular y con aumento del ángulo centro-borde, apreciándose los mayores cambios en estos parámetros alrededor de los ocho años. Más tarde, durante la pubertad, las epífisis presentes en el aspecto lateral del acetábulo progresan en su desarrollo y aumentan la profundidad del acetábulo. De esta forma, el proceso normal de formación de la cadera que comienza en la vida fetal con la aparición y crecimiento de estructuras óseas, musculares y ligamentosas está lejos de completarse con la aparición del núcleo de osificación de la cabeza femoral y realmente concluye con la cadera estructuralmente adulta y funcionalmente competente (Ximena Ortega, 2013).

Durante la semana treinta y seis de la vida fetal aparece el núcleo de osificación distal del fémur y en la semana cuarenta el núcleo proximal de la tibia, por lo que en la radiografía de la rodilla de un recién nacido o de un lactante siempre deberán ser visibles los núcleos de osificación, tanto del fémur como de la tibia, no así el de la rótula que aparecerá años después: en las mujeres a los tres años y en los hombres entre los cuatro y cinco años de edad. El núcleo de la tuberosidad tibial es visible entre los siete y los quince años de edad, para después integrarse totalmente al resto del hueso (Urrutia, 2007) (Figura 7,8).

La patela se forma normalmente de dos o tres centros de osificación, los cuales comienzan a desarrollarse entre los cuatro y siete años de edad (Padilla, Quezada, Flores, Melipillán y Ramírez, 2016).

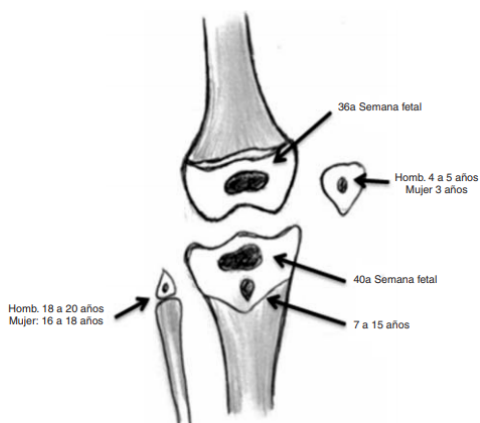


Figura 7.

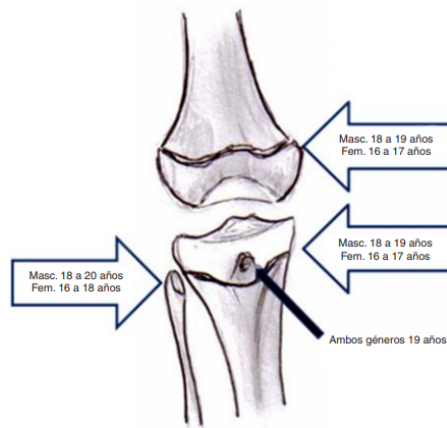


Figura 8.

Figura 7. Muestra las edades en las que aparecen los núcleos de osificación en la rodilla. Figura 8. Esquema que muestra las edades a las que se cierran las fisis. (Tomadas de Urrutia, 2007).

Desde el nacimiento hasta la edad de ocho años, mientras el pie crece y se adapta a las funciones de la postura erecta, van a producirse cambios espectaculares en los huesos calcáneo y astrágalo. Se acepta, generalmente, que el desarrollo ontogénico, del contorno y la posición ósea, es verticalmente completado a la edad de ocho años, no obstante, el crecimiento óseo en general continúa hasta una edad cercana a los veintiún años (Franch Manrique, Infante García y Albiol Ferrer, 2004).

Cada falange procede de un centro de osificación primario para el cuerpo y de un centro secundario para la base. Los centros primarios se desarrollan durante el segundo mes de vida fetal, mientras que los centros secundarios lo hacen entre los dos y cuatro años. Autores como Hoerr et al. (1962) realizaron un estudio valorando la edad de aparición de los centros de osificación así como el cierre de los cartílagos epifisarios del pie, encontrando que en los huesos del antepie, el centro de osificación de la epífisis de la falange distal del Hallux es el primero en aparecer, seguido por la aparición de los centros de osificación de las epífisis de las falanges proximales de los dedos segundo, tercero y cuarto. La osificación epifisaria de los dedos centrales, segundo,

tercero y cuarto, se realiza en un sentido de proximal a distal. Los centros de osificación epifisaria de las falanges distales de los cuatro últimos dedos del pie aparecen a los tres o cuatro años de edad (Tirado y Frutos, 2007) (Figura 9).



Figura 9. Visión dorsal del antepié de un niño de tres años de edad donde se aprecian los cartílagos de crecimiento en la base de las falanges proximales, medias y distales. (Tomada de (Tirado y Frutos, 2007).

En la novena semana aparecen los núcleos de osificación primarios en el cuerpo de los cinco metatarsianos. Los primeros en evidenciarse con un núcleo bien teñido, son el 2° y el 3°, notándose a las nueve semanas y un día, luego se observa el del 4° metatarsiano a las nueve semanas y dos días; al tercer día de la novena semana ya están presentes los centros de osificación de los cinco metatarsianos. Para la décima semana el núcleo de osificación primario de cada uno de los cinco metatarsianos se encuentra bastante bien desarrollado y coloreado y aunque todavía no ocupa toda la extensión del futuro hueso, ya se muestra como un pequeño cilindro de bordes nítidos (Antonetti, 1997).

En la 11ª semana aparece el núcleo de la falange distal del primer dedo del pie. En la 12ª semana aparecen los núcleos para el cuerpo de las falanges proximales de los cinco dedos. A las doce semanas y tres días aparecen los núcleos de las cuatro falanges distales restantes. En la 16ª semana aparece el

núcleo de la falange media del segundo dedo. A la 18ª semana aparece un núcleo central para falange media del 4º dedo. A las dieciocho semanas y tres días aparece el núcleo de la falange media del 3º dedo y un núcleo central en el calcáneo. A las veintiuna semanas y tres días aparece el núcleo para la falange media del quinto dedo (Antonetti, 1997).

Los núcleos de osificación primarios en las diáfisis de los huesos fémur, tibia y peroné, aparecen a la 8ª semana de gestación. El núcleo de osificación distal de la tibia aparece entre el 2º y 3º año de vida y se fusiona con la diáfisis alrededor de los quince años en las mujeres y los diecisiete años en los hombres. Kleiger afirma que hay un período de alrededor de dieciocho meses durante el cual la porción lateral de la fisis permanece abierta después que la parte media ha cerrado. El núcleo de osificación distal del peroné también aparece en el 2º año y se une a la diáfisis a los veinte años aproximadamente (Gómez, Czernitzki, Quagliarello y Zabala, 2006).

El primer núcleo de osificación del calcáneo aparece al 5º mes del desarrollo fetal. La valoración del centro secundario de osificación se mueve en una banda cronológica ancha según la fuente bibliográfica consultada. Se acepta que el centro de osificación secundario del calcáneo es visible radiológicamente entre los siete y los diez años y que se suelda al cuerpo del hueso hacia los dieciséis años en el sexo femenino y hacia los veinte en el masculino (Franch Manrique et al., 2004) (Figura 10).

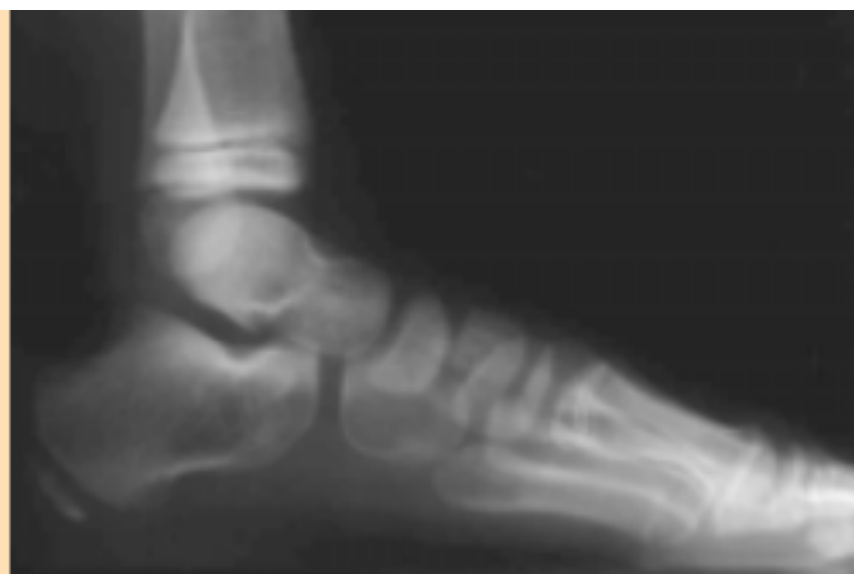


Figura 10. Proyección lateral 6 años y 8 meses (Franch Manrique et al., 2004).

El cuboide sólo tiene un punto de osificación que ya aparece en el nacimiento. La osificación posnatal del escafoide ocurre entre los dos y cuatro años. La osificación posnatal de las tres cuñas es un año y tres meses para la 1ª cuña y dos años para la 2ª y 3ª cuñas (Franch Manrique et al., 2004).

El primer núcleo de osificación del astrágalo ya está presente en el momento del nacimiento. La media de edad con un núcleo de osificación con forma semejante a la adulta se encuentra en torno a los siete años en las niñas frente a los ocho años para los niños. En estos casos se observa un núcleo que ha comenzado a mineralizarse. Con respecto al segundo núcleo de osificación del astrágalo, se hace visible en radiografía de forma indiferenciada en torno a los diez años en niñas frente a los once años en niños. Inicia su fusión con el núcleo primario de osificación alrededor de los once años y termina de osificar alrededor de los trece años para ambos sexos, siendo a esta edad la fusión completa (Robledo Acinas y Sánchez Sánchez, 2013).

El humano (excepto los abisinios, originarios de la antigua Abisinia, actual Etiopía) es el único primate que no posee un primer dedo divergente con capacidad de oposición, porque durante la evolución, pasó de ser instrumento de agarre a ser instrumento de soporte. Esto produjo el acercamiento del primer radio en línea con los demás. De ahí que el primer radio quedara más robusto por su papel de propulsión, mientras que el segundo radio quedó como eje central del pie. El primer metatarsiano, de modo similar a cualquier hueso largo, tiene un patrón de osificación endocondral. Clásicamente se describe la existencia de un núcleo de osificación diafisario primario prenatal y un núcleo de osificación secundario postnatal, cuyas edades de aparición y fusión varían de unos estudios a otros. La osificación postnatal de este metatarsiano es peculiar, debido a la existencia de un núcleo de osificación secundario proximal y no distal como en el resto de los metatarsianos (Pareja-Esteban et al., 2013) (Figura 11).



Figura 11. Paciente de 7.7 años. La imagen dorsoplantar en carga denota la presencia de un núcleo secundario de osificación proximal. Se observa un patrón de osificación diferente al resto de metatarsianos, similar a la osificación de una falange. (Tomada de Pareja-Esteban et al., 2013).

1.1.3 ALTERACIONES DE MIEMBROS INFERIORES EN POBLACIÓN INFANTIL.

A) Alteraciones Torsionales y deformaciones angulares.

Debemos decir que para comprender las distintas alteraciones de los miembros inferiores es necesario conocer el desarrollo intra y extrauterino como hemos ido desarrollando anteriormente. Es decir, saber de la anteversión femoral al nacimiento, la reducción progresiva, acompañada de torsión tibial externa hasta alcanzar la marcha adulta (hacia los diez años). También tener en cuenta que a partir del tercer o cuarto mes de la gestación la extremidad inferior comienza a girar hacia adentro para colocarse en sentido anteroposterior, además se torsiona el cuello femoral hacia delante, hasta alcanzar al final de la gestación entre 25° y 50°, lo que disminuye progresivamente en los dos primeros años de la vida.

Al terminar el crecimiento quedan unos 15° de anteversión femoral, igualmente la tibia pierde rotación interna de aproximadamente un grado por año, de manera que el lactante tiene unos 5° de rotación externa, en la niñez 10° y aproximadamente 20° en adultos. Esto permite que durante el apoyo la cadera, merced a la anteversión, quede perpendicular a la marcha, mientras que la torsión externa de la tibia lleva al pie a quedar casi paralelo al sentido de la marcha (Calzadilla Moreira et al., 2002).

Es importante considerar que todas estas torsiones de los miembros inferiores luego del nacimiento se suceden en la placa epifisaria, que se ve sometida a diferentes vectores que finalmente generan la torsión de toda la diáfisis. El alineamiento normal de los miembros inferiores se modifica a través de la niñez (Martínez Ojeda y Guillen Hernández, 2017).

Las deformidades angulares de las extremidades inferiores son las desviaciones que se presentan en forma lateral y medial con respecto a su eje mecánico, las cuales, además, pueden estar asociadas con deformidades rotacionales. La corrección de la alineación en las extremidades previene o

disminuye el desarrollo de osteoartritis (Gugenheim y Brinker, 2003). La etiología es muy variada, pudiendo estar ocasionada por deformidades fisiológicas, secuelas de lesiones traumáticas de las fisis, patologías óseas como encondromas, displasias óseas, o por enfermedades metabólicas como el raquitismo o deformidades congénitas. Es importante la valoración completa del paciente; tipo de marcha y las dificultades o incapacidades para desplazarse. La presencia de discrepancia de longitud asociada, función y estabilidad de las articulaciones del segmento o extremidad involucradas, presencia de patologías locales o sistémicas asociadas (Nasser, 2007) (Figura 12).



Figura 12. Diferencia en el posicionamiento del paciente con las rótulas apuntando al frente, evidenciando la asociación con deformidad rotacional. (Tomada de Nasser, 2007).

Definimos el equilibrio estático como la aptitud para conservar una posición sin moverse y el equilibrio dinámico como la aptitud para asegurar el control y el mantenimiento de una posición durante el desplazamiento del cuerpo. Hay estudios que demuestran la relación que hay entre deformidades torsionales y equilibrio en niños entre cuatro y siete años de edad, de esta manera se encuentran estrategias y crean programas para disminuir las dificultades que presenta todo niño para el mejor desenvolvimiento en sus distintas actividades motrices y mejorar su calidad de vida en la adolescencia hasta la adultez, en

donde se ve reflejado dificultades en el desarrollo de actividades motoras simples, que durante la niñez no tuvieron un adecuado desarrollo de su sistema madurativo (Japa y Brighite, 2008).

B) Alteraciones musculoesqueléticas.

Las afecciones del sistema músculo-esquelético son muy comunes y sus repercusiones sociales, económicas, psicológicas y laborales son importantes. Por ejemplo, el dolor de espalda baja (lumbalgia) es una queja frecuente; estudios epidemiológicos han mostrado que entre 60% y 80% de la población experimenta alguna vez en su vida, dicha sintomatología y hasta en un 84% de los casos no se encuentra una causa específica. Otros refieren que una vasta mayoría de estos pacientes presentan alguna alteración morfo-funcional de la columna (Razo, Cisneros, Barroso y Moreno, 2003).

En cuanto a edad pediátrica, la “enfermedad” que en ciertos momentos parece ser desconcertante e inexistente: es lo que se conoce como dolor del crecimiento. Se trata de un diagnóstico clínico que se presenta en niños entre los cuatro y doce años de edad y cuya característica es un dolor, intermitente y usualmente bilateral, que se presenta en las piernas o en los muslos, no en las articulaciones, que aparece antes de acostarse o que los despierta en la noche, y que responde bien a estiramientos, masajes o a la medicación con acetaminofén o antiinflamatorios no esteroideos. Es extremadamente raro que aparezca en miembros superiores (Amador, Perilla y Álvarez, 2008). Se le ha denominado dolor del crecimiento debido a que inicia en la niñez y desaparece cuando se llega a la vida adulta. Sin embargo, se considera que un proceso tan gradual como el crecimiento, difícilmente cause este tipo de dolor de carácter intermitente, por lo que es más acertado denominarlo dolor óseo recurrente benigno, entidad propia que hace parte del síndrome de dolor musculoesquelético en niños (Robledillo, 2013).

C) Alteraciones articulares.

Los niños presentan determinadas características en el sistema osteomioarticular, como las zonas de crecimiento, músculos potentes con inserciones tendinosas fuertes en los huesos y un periostio ancho; todo ello lo

diferencia de los adultos. Esto los hace propensos a padecer enfermedades específicas de la niñez. Estas enfermedades son afecciones que se producen en las epífisis de los huesos largos o en los núcleos de crecimiento de otros huesos. En esencia, son procesos de degeneración, generalmente causados por trastornos de la vascularidad en el aporte sanguíneo a los núcleos de crecimiento, ya sea por traumas repetitivos que afectan los vasos, por desgarros producidos por microtraumas, microtrombosis, la oclusión por émbolos o ambas a la vez y reemplazo por tejido óseo nuevo (Gross, 1986).

En cuanto a la prevalencia, hay estudios que indican que representan un 2,4 % de la población entre cero y catorce años de edad. La enfermedad de Osgood Schlatter es la de mayor incidencia, seguida por la enfermedad de Haglung Sever y la de Sinding Larssen Johansson. La rodilla es la región anatómica más afectada. Estas afecciones se presentan principalmente en varones con relación de dos a uno, más frecuentes en aquellos niños que practican deportes. En el 57,4 % de los casos la enfermedad cura con orientación, reposo y analgésicos; el 36 % de los pacientes necesita inmovilización con yesos, ortesis, analgésicos y fisioterapia; sólo un 6,6 % es tratado mediante intervención quirúrgica (Estupiñán, Piñeiro, Cuevas y Espinosa, 2004).

D) Alteraciones tendinosas.

Todos los deportes predisponen de un modo u otro a diferentes tipos de lesiones del pie y el tobillo. Garrick y Requa hicieron un estudio durante nueve años en un centro de medicina deportiva observando 16.754 deportistas y encontraron que el 25,2% de los casos fueron lesiones del pie y el tobillo. De éstas, el 38,5% fueron del tobillo y las restantes, del pie. El deporte con la menor incidencia de lesiones del tobillo fue la natación con un 0,5% y los de mayor incidencia fueron el baloncesto y el patinaje artístico, cada uno de ellos con 21,1%. Con respecto a la superficie de entrenamiento, la menor incidencia de lesiones del pie y el tobillo se observó en el fútbol americano (2%) y el levantamiento de pesas (2,1%) y la mayor, en caminatas (58%). Los esguinces constituyeron el 50,4% de las lesiones del tobillo y el 6% de las del pie (Osorio Ciro, Clavijo Rodríguez, Arango, Patiño Giraldo y Gallego Ching, 2007).

En cuanto a niños, de acuerdo a la elasticidad de músculos, tendones y ligamentos, junto a la fragilidad relativa que poseen sus estructuras cartilaginosas se determinan ciertos patrones particulares de lesión y éstos cambian de acuerdo a la edad del niño. Por ejemplo, las lesiones ligamentosas y musculares son muy raras en los niños pequeños, no así las lesiones cartilaginosas. Con frecuencia los cartílagos de crecimiento de los huesos largos y las estructuras cartilaginosas de los núcleos secundarios de osificación y de las apófisis sufren las consecuencias de lesiones agudas o de sobrecarga generadas en el deporte. A medida que el aparato locomotor va madurando, se incrementa la envergadura y la fuerza muscular, los huesos se van haciendo cada vez más rígidos y las zonas de crecimiento cartilaginosas se van cerrando progresivamente. Sin embargo, hasta bien avanzada la madurez esquelética, persisten zonas de mayor fragilidad, especialmente en relación a las estructuras cartilaginosas. Estas son más vulnerables a las demandas mecánicas de tracción y de compresión (Guzmán, 2012).

E) Alteraciones neurológicas.

El Sistema Nervioso del niño al nacer, no está preparado para llevar a cabo todas las funciones que logrará realizar en su etapa adulta. Existen alteraciones del Sistema Nervioso que pueden afectar a la marcha del individuo y en consecuencia a su posicionamiento general, afectándose así los rangos de movimientos normales.

La marcha, como acto, es una actividad multisegmentaria del sistema nervioso central, culminando en el funcionamiento automático que tiene la médula espinal en la activación de los esquemas de marcha, que se expresan en la contracción de algunos grupos musculares, mientras se inhiben otros. Esta acción automática tiene controles supraespinales y además la información propioceptiva periférica, que regulan esta actividad "automática" de la médula espinal (Narbona, 2008).

Los niños que tienen una alteración neurológica, como parálisis cerebral o lesión cerebral, a menudo tienen dificultades en la movilidad de su cuerpo. La espasticidad es una de las causas más habituales de estas dificultades. La espasticidad está presente cuando el músculo está estirado y éste responde

con una contracción brusca (el músculo se mueve rápidamente en la dirección opuesta al estiramiento). Cuando un niño con espasticidad intenta moverse o cuando alguien intenta mover al niño, el movimiento está limitado, hay una resistencia a la movilización pasiva y a veces puede aparecer temblor o clonus. A largo plazo, esta limitación del rango de movimiento puede causar que los músculos de los niños crezcan de forma más lenta que los huesos a los que están conectados, ya que el músculo espástico tiene serias dificultades para elongarse junto con el crecimiento del hueso. Esto produce contracturas y reduce el rango de movimiento (Barenys, Macias y Manzanas, 2011) (Figura 13).



Figura 13. Efecto de las férulas seriadas en la postura bípeda en una niña de cinco años con diplegia espástica. (Tomada de Barenys et al., 2011).

La parálisis flácida aguda, un trastorno frecuente en pediatría, se debe fundamentalmente a causas relacionadas con enfermedades neuromusculares de presentación aguda (Campos-Olazábal, 2002). El síndrome de Guillain-Barré es la causa más frecuente de parálisis flácida aguda en niños (Erazo Torricelli, 2009). Es una enfermedad monofásica con una duración menor a doce semanas, inicia generalmente con parestesias y debilidad distal de miembros inferiores. La progresión de la debilidad es ascendente y variable, pudiendo comprometer los miembros superiores, el tronco, la musculatura facial y la orofaringe. En casos severos hay compromiso respiratorios, que requiriere manejo ventilatorio (Pérez, 2006).

Las lesiones estáticas del Sistema Nervioso Central (SNC) constituyen más del 60% de las afecciones del SNC en la infancia. Son producidas como resultado de lesión destructiva del SNC antes, durante o después del nacimiento, o por defecto en el desarrollo embriológico: anomalía congénita.

Las lesiones progresivas del SNC se agrupan de acuerdo a su origen en enfermedades neurometabólicas y enfermedades heredodegenerativas (también consideradas como enfermedades desmielinizantes). A diferencia de las lesiones estáticas del SNC, en estas, los antecedentes familiares de enfermedades similares en la familia generalmente están presentes y como manifestación clínica más importante, se manifiesta un retroceso o pérdida de habilidades ya adquiridas con anterioridad (involución psicomotriz) (Narbona, 2008).

Por otro lado, el retardo del desarrollo psicomotor, como diagnóstico provisional, implica que los logros del desarrollo de un determinado niño, aparezcan con una secuencia lenta para su edad y/o cualitativamente alterada. Se refieren, a los hitos del desarrollo a lo largo de los primeros treinta a treinta y seis meses de vida. La impresión clínica de retraso psicomotor, suele surgir al comprobar la desproporción entre el desarrollo observado y el esperado para la edad. El desarrollo psicomotor es un proceso gradual y continuo en el cual es posible identificar etapas o estadios de creciente nivel de complejidad, que se inicia en la concepción y culmina en la madurez, con una secuencia similar en todos los niños pero con un ritmo variable. Ambas concepciones remiten a conceptos de evolución o cambio y de gradualidad y continuidad de dichos cambios. Esto permite entender el desarrollo psicomotor como un proceso que posibilita al niño realizar actividades progresivamente más complejas y consecutivas o secuenciales. Por ejemplo, para adquirir la marcha, un niño debe antes poder sentarse, luego pararse y finalmente caminar (Vericat y Orden, 2013).

1.2 DESARROLLO DEL SISTEMA ESTOMATOGNÁTICO DEL NIÑO.

Intrauterinamente, la mandíbula está formada por el primer arco branquial, presente hasta el segundo mes intrauterino. Dicho arco branquial se encuentra separado en dos partes por un surco medio que corresponde a la futura sínfisis mentoniana. A partir del segundo mes aparecen dos placas cartilagosas, los cartílagos de Meckel, dispuestos de manera simétrica a lo largo de los maxilares. Al final del segundo mes la parte inferior de la cara presenta sus principales segmentos enteramente cartilagosos y aparecen sobre las láminas dentales los órganos formadores de los dientes. Al cuarto mes, la parte media del cartílago de Meckel se atrofia. La osificación de cada hemimaxilar se hace de manera independiente. El canal dental aparecerá con la osificación de las crestas alveolares. La calcificación de la sutura media intermaxilar se produce dos meses después del nacimiento (Bouletreau y Raberin, 2011).

La boca queda formada por el estomodeo y la parte anterior de la faringe. En la cavidad bucal se encuentran las siguientes estructuras que poseen revestimiento del ectodermo: paladar duro, las mejillas, las glándulas parótidas, los labios, encías y el esmalte de los dientes. En las estructuras que poseen revestimiento del endodermo podemos encontrar: El paladar blando, la lengua, el suelo de la boca, el parénquima de las glándulas submaxilares y sublinguales. Los labios aparecen por el engrosamiento del mesodermo en el borde más externo de los procesos nasomedianos y maxilares. De la misma manera aparece la cresta gingival en el lado interno de los labios. Esta cresta queda ubicada justo en el límite entre el ectodermo del estomodeo y el endodermo de la faringe primitiva (Langman, 2007).

Extrauterinamente, en el recién nacido, los maxilares están reducidos a su simple porción basilar, mientras que las ramas horizontales se encuentran disminuidas. El maxilar superior es el hueso de la cara que crece más: no existen cavidades sinusales antes de la edad de cuatro o cinco años. El cráneo del recién nacido se encuentra muy desarrollado con respecto a la cara. La evolución de la cara del niño se relaciona con la aparición de la segunda dentición, el crecimiento de los senos maxilares y el aumento del volumen de

las fosas nasales (Ricard, 2005).

Al nacer, la mandíbula no es más que una simple barra ósea. La lengua ocupa una posición nasal y obliga a una proyección hacia delante de la mandíbula. Al nacer, el cóndilo mandibular apenas está formada y existe una hiperlaxitud articular que persiste hasta que el encajamiento o encaje de los dientes la limite. Dicha laxitud permite a las superficies temporomandibulares y a los meniscos moldearse poco a poco, cuando se constituye la articulación dental y que los músculos masticadores entren en acción durante la masticación.

Las superficies articulares siguen desarrollándose, moldeándose y modificándose, no solamente durante la vida postnatal sino durante toda la vida del individuo, dependiendo de las fuerzas que se ejercen sobre ellas (Castellino, Santini y Taboada, 1967) (Bordoli, 1997).

La proliferación del cartílago de crecimiento condíleo determina la dimensión vertical dentaria y la estética facial: el cóndilo mandibular parece ser el organizador principal y el marcador de los pasos del crecimiento mandibular.

Después de los veinte años, el cartílago de crecimiento se osifica. El desarrollo normal de la columna cervical es un punto clave para la evolución de la mandíbula en sentido vertical, así como la posición lingual, que determina el desarrollo mandibular en relación anteroposterior (pudiendo producir la clase III esquelética con prognatismo mandibular) (Ricard, 2005).

1.2.1 RECUERDO ANATÓMICO

El sistema estomatognático es el conjunto funcional del organismo encargado de la masticación, fonación y deglución. Lo constituyen huesos, músculos, ligamentos, dientes y las articulaciones, situadas a ambos lados de la base del cráneo, y por delante del meato auditivo externo (Sardiña Valdés y Casas Acosta, 2010) (Figura 14).

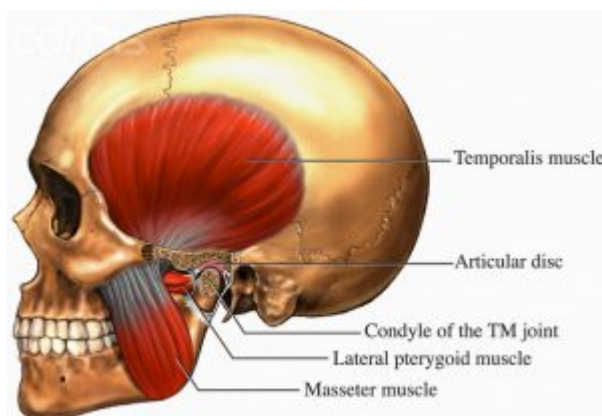


Figura 14. Vista lateral izquierda del aparato estomatognático. (Tomada de Márquez, 2016. <http://marquezdentistes.cat/es/blog/2016/09/08/bruxisme-en-nens-i-adults>)

La articulación temporomandibular (ATM) forma parte del aparato masticador o gnático, que incluye a los dientes y sus estructuras de soporte, huesos maxilares, mandibulares, así como huesos de cabeza y cara, músculos de cabeza y cuello, sistema vascular, nervioso y linfático de estos tejidos; constituyen una unidad funcional cuyos elementos se correlacionan íntimamente entre sí y con el resto del organismo, por lo cual debe ser tratado de forma sistemática y no individualizarlo al punto de vista odontológico (Okeson, 1995).

Cuando los dientes están en contacto, en oclusión dentaria céntrica, las dos articulaciones temporomandibulares forman la articulación de la mandíbula en el cráneo y con el esqueleto facial superior. La ATM es una de las más complejas del organismo, clasificada como gínglimoartroidal o diartrosis bicondílea, que a pesar de estar formada por dos huesos, es considerada como compuesta, y funcionalmente es la única articulación bilateral. Es la única articulación del cuerpo humano que se caracteriza por trabajar conjuntamente

con el lado opuesto de forma sincrónica, y a la vez puede hacerlo de forma independiente. La ATM está íntimamente relacionada con la oclusión dentaria y con el sistema neuromuscular. Esta articulación es una articulación sinovial con características especiales que le permiten realizar los complejos movimientos asociados con la masticación. Su especialización está reflejada en sus características anatómicas e histológicas (Grau León, Fernández Lima, González y Osorio Núñez, 2005).

Funcionalmente, la ATM permite que la mandíbula sea capaz de realizar movimientos de apertura y de cierre, además de movimientos de protusión, retrusión, lateralidad y combinación de todos ellos. Para efectuar esta dinámica, el proceso condilar realiza movimientos de rotación y traslación gracias a la presencia de músculos y ligamentos asociados a las estructuras óseas y fibrosas (Sarnat, Laskin y Williams, 1992).

La ATM está constituida por los siguientes elementos anatómicos:

Cóndilo mandibular, articula bilateralmente con la base del cráneo. Tiene forma convexa y posee la superficie articular de la mandíbula. *Eminencia articular* y *fosa articular* (cavidad glenoidea) del temporal, forman la parte craneana de la articulación temporomandibular. Constituyen las superficies articulares del hueso temporal. *Disco articular*, es un disco movable especializado que se relaciona y amortigua el trabajo de las piezas articulares. Separa la cavidad articular en 2 compartimientos: supradiscal e infradiscal. *Membrana sinovial*, cubierta interna articular que regula la producción y composición del líquido sinovial. Mediante este mecanismo mantiene la vitalidad de los tejidos articulares. El líquido sinovial es un fluido de matriz extracelular amorfa que participa en la nutrición y defensa de los tejidos articulares. *Cápsula articular* que envuelve y protege a la articulación (Grau León, Fernández Lima, González y Osorio Núñez, 2005).

Su interacción con la oclusión dentaria hace posible las funciones de masticación, deglución y fonación. Las superficies óseas articulares están recubiertas por un fibrocartílago con un menisco articular interpuesto que las hace compatibles, lo cual facilita los movimientos básicos de la mandíbula

(apertura y cierre, lateralidades derecha e izquierda, protusión y retrusión)
(Grau León et al., 2005) (Figura 15).

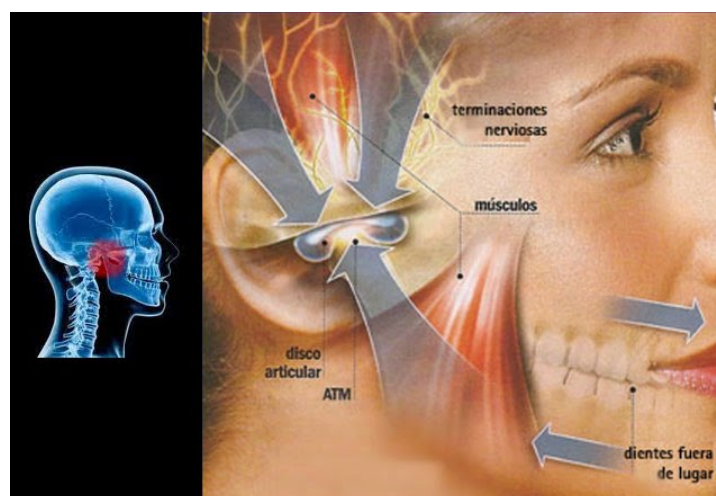


Figura 15: Localización de la ATM y su interacción con la oclusión dentaria. (Tomada de Lacourt, 2017. <http://placourt.blogspot.com.es/2017/02/sindrome-de-la-articulacion.html>).

1.2.2 OSIFICACIÓN

La osificación del maxilar superior da comienzo al final de la 6ª semana y lo hace a partir de dos puntos de osificación, uno premaxilar, limitado hacia detrás por el conducto palatino anterior y lateralmente por dos líneas que parten desde ese punto hacia la zona más distal de los incisivos laterales, y otro postmaxilar, situados ambos por fuera del cartílago nasal. El punto premaxilar crece formando trabéculas que se dirigen, en sentido ascendente para formar la parte anterior de la apófisis ascendente del maxilar, hacia adelante en dirección de la espina nasal anterior y hacia abajo en dirección hacia las apófisis alveolares incisivas. El punto de osificación postmaxilar origina trabéculas óseas que se dirigen, hacia arriba para concluir de osificar la parte posterior de la apófisis ascendente del maxilar, hacia el suelo de la órbita, hacia la apófisis cigomática y hacia las apófisis alveolares posteriores. La osificación del maxilar inferior se inicia entre la 6ª y 7ª semana en torno al cartílago de Meckel que sirve de eje o guía de esta osificación, es esta una osificación yuxtaparacondral, es decir se realiza de manera paralela al cartílago. Hasta el final del 3º mes no aparecen los centros de osificación secundarios que son el coronoideo, el incisivo, el condíleo y el angular. El punto condíleo es el de mayor tamaño y va a persistir hasta alrededor de los veinte años (Soriano, 2017).

El paladar óseo fetal definitivo se origina a partir de la fusión del paladar primario (que ocurre en la 5ª semana de desarrollo fetal) y el paladar secundario (entre la 7ª y 12ª semana de gestación).

1.2.3 ALTERACIONES DEL SISTEMA ESTOMATOGNÁTICO EN POBLACIÓN INFANTIL.

Para la obtención de equilibrio estructural y arquitectural, el sistema cara-cráneo/articulación occipito/raquídea puede “optar” por algún tipo de equilibrio patológico. Esto puede lograrse con alteraciones tales como rotaciones del plano oclusal, en el plano vertical y alteraciones de posición en el plano sagital, a objeto de responder a los requerimientos del medio. Esta situación la podemos “leer” clínicamente como una disfunción y/o una deformidad dentoesquelética. Inversamente, una disfunción de índole lingual, respiratoria, postural cráneo cervical u otras o más frecuentemente una combinación de ellas, aceptadas como agentes etiológicos de cuadros deformantes del esqueleto facial (prognatismos, retrognatismos, laterognatismos, etc.) serán un factor predisponente ideal para el asiento de cuadros disfuncionales temporomandibulares. Estos equilibrios patológicos presentan una sintomatología mayor o menor, la que los elementos de homeostasis del sistema se encargan de compensar, evitando en mayor o menor grado el establecimiento de una enfermedad (Araya, Pantoja y Argandoña, 1994).

Para definir cómo los hábitos bucales en los niños afectan el establecimiento de una oclusión normal, es necesario definir la normalidad. "Oclusión hace referencia a las relaciones que se establecen al poner los arcos dentarios en contacto". Una definición "normal" implica una situación hallada en ausencia de enfermedad. Una oclusión dental adecuada es la que permite que los dientes del maxilar superior se relacionen con los dientes del maxilar inferior de una manera armónica haciendo que esto permita una eficiente masticación y deglución de los alimentos, articular bien las palabras entre otras funciones y le da a la cara un aspecto uniforme, de ser lo contrario se dice que estamos en presencia de maloclusiones (Medina et al., 2010).

Para Cepero et al. la oclusión dental es la relación de interdigitación dental óptima, en la que los arcos dentarios se encuentran en relación óptima con los tejidos duros y blandos que los rodean. Una maloclusión es la patología en la que los arcos dentales se encuentran en desarmonía con las estructuras anatómicas del sistema estomatognático. Las maloclusiones están presentes

desde el origen del individuo, o bien se instalan durante las primeras etapas de vida, cobrando magnitudes diferentes al paso del tiempo. La dentición temporal ha demostrado su importancia para el futuro desarrollo de la dentición permanente, por lo que hay que vigilar su crecimiento y desarrollo y la influencia sobre la misma de factores de riesgo que van modificando notablemente la morfología cráneo facial, que provoca desde edades tempranas relaciones oclusales inadecuadas (Cepero, Ulloa, Curbelo, González y Martín, 2010).

La experiencia ha demostrado que el tratamiento de las maloclusiones en edades tempranas es eficiente y con resultados más estables que en edades más avanzadas (Bedoya y Chacón, 2009).

La mayoría de los pacientes afectados por maloclusiones muestran evidencias de esta patología desde la infancia y pueden ser asociadas de forma directa con hábitos bucales. Así quedó evidenciado por un estudio realizado por el Dr. Oscar Quirós, en el cual concluyó que más de 60% de los niños examinados presentó algún tipo de hábito y que existe una relación entre los hábitos bucales y la presencia de maloclusiones, aunque no son estos un factor indispensable para la aparición de las mismas, ya que un alto porcentaje de niños sin hábitos presentó maloclusiones. Los hábitos encontrados con más frecuencia fueron: la deglución atípica y la respiración bucal seguidos en tercer lugar por el hábito de succión digital (Quirós, 2003).

Existen otros factores de riesgo de las maloclusiones a parte de los hábitos bucales deformantes anteriormente citados, como son; las alteraciones de las características morfofuncionales de la oclusión temporal (ausencia de diastemas en arcada superior y/o inferior, apiñamiento dentario inferior y/o superior, líneas medias no coincidentes, etc.), los agentes físicos postnatales de origen dentario (pérdida prematura de molares temporales, pérdida prematura de otros dientes temporales, trauma con pérdida de dientes anteriores, caries proximales, etc.), las características sociodemográficas (la higiene bucal inadecuada, no asistencia regular al estomatólogo y la alimentación desbalanceada), la herencia de maloclusión dentaria y otras causas (embriológicas, disfunción neuromuscular) (Cepero et al., 2010).

Los pacientes con trastornos temporomandibulares (TTM) presentan con frecuencia dolor orofacial y alteraciones morfofuncionales de las estructuras del sistema cráneo-cérvico-mandibular; tanto en adultos como en niños. Los desórdenes funcionales del sistema estomatognático o sistema craneocervicomandibular, pueden estar presentes en niños en dentición primaria, pero son pobremente diagnosticados. Se pueden presentar, en niños y jóvenes, hasta en el 60% de la población, pero solo son tratados el 5% de los pacientes (Wurgaft, Rappoport, ZeñaRata, Vieira y Rappoport, 2008).

Como hemos comentado al inicio de este apartado, hay disfunciones o agentes que pueden asentar cuadros disfuncionales temporomandibulares:

Los efectos de los trastornos funcionales sobre el aparato estomatognático serán más graves cuanto más temprano aparezcan y cuanto más persistente y prolongado sea el período de acción de éstos, de aquí la importancia del examen funcional. El examen funcional abarca el análisis de las funciones de respiración, masticación, deglución y fonación. La respiración normal se efectúa a través de las fosas nasales, sólo en esfuerzos físicos muy grandes la cavidad bucal participa en la respiración. Cuando esto se realiza habitualmente por obstrucción de la vía nasal, se resuelve el problema de la ingestión de aire, pero al costo de otros muchos efectos secundarios. Los efectos a largo plazo son complejos y de largo alcance, desde que se abre la boca la lengua desciende y pierde contacto con el maxilar superior, lo que influye en el crecimiento de éste, la tensión de los músculos varía, produciendo una serie de alteraciones en la función muscular que incide sobre la postura del maxilar inferior y de la cadena muscular postural del individuo (Manso, Barceló y Fernández, 1998).

La respiración es un proceso funcional vital que puede tener un profundo impacto en el desarrollo craneofacial y es de gran importancia para estimular y mantener un balance del sistema estomatognático. Los cambios en la función normal de la vía aérea, durante el proceso activo de crecimiento facial pueden tener una influencia significativa en el desarrollo facial. El respirador bucal es aquel que la mayor parte del tiempo respira por la boca (Martínez Rodríguez, Martínez Vergara, Corrales León, Abreu Gonzalez y Colín Soto, 2017).

Se denomina síndrome del respirador bucal al cuadro complejo de signos y síntomas que afectan a personas adultas o niños, cuya etiología es diversa. El cuadro clínico se caracteriza por: a) Obstrucción respiratoria, que produce alteración cráneo facial como: cambios en maxilares superior e inferior, forma ojival del paladar, mal posición dentaria, desviación del tabique nasal, b) problemas en la postura como: cifosis a nivel cervical la cual se produce para optimizar la respiración, en este caso los hombros se inclinan hacia adelante, las escápulas resaltan hacia atrás y el esternón queda hundido. A nivel lumbar provoca lordosis a causa de la incorrecta posición pélvica, c) también es acompañado de signos como: dolor, otitis, sinusitis, rinitis, hipoacusia, hipertrofia de adenoides y/o asma (Zulma y Katherine, 2012) (Figura 16).

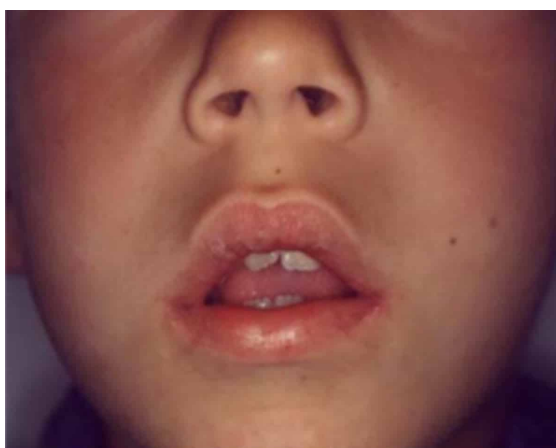


Figura 16. La boca entreabierta, en reposo y comiendo es un signo del Síndrome de Respiración bucal. (Tomada de Sakar, 2013).

Las alteraciones musculares que se observan en los pacientes con respiración bucal son responsables de la mayoría de las disfunciones que se presentan en la musculatura así como también uno de los factores etiológicos de las maloclusiones desde el siglo XIX, pues producen interferencias en el patrón normal de crecimiento y desarrollo facial del aparato estomatognático (Fernández, Bauzá, Aguilera, Corella y Benítez, 2013).

Para muchos autores la prevalencia actual de los trastornos respiratorios asociados al sueño es imprecisa; afecta aproximadamente del 2% al 13% de los niños y adolescentes, se observa por igual en ambos sexos y es más común entre los dos y seis años de edad. Según datos epidemiológicos

actuales el 12% de los niños ronca, de ellos un 10% son roncadores simples y un 2% tienen síndrome de apnea obstructiva del sueño (Molina, 2012).

Al nacimiento la respiración es el primer estímulo funcional, siendo el amamantamiento el segundo. Durante este último, el complejo movimiento muscular que el niño debe efectuar con la mandíbula y lengua predominan sobre los otros huesos y músculos cráneo-faciales, contribuyendo éstos estímulos primarios al buen desarrollo de los maxilares (Benítez et al., 2009).

La importancia de la lactancia materna en el desarrollo oclusopostural del niño es evidente por su implicación en la remodelación y maduración de todas las estructuras que intervienen en el proceso de succión y deglución de la leche. Entre los estímulos positivos que produce la lactancia materna con respecto a la lactancia artificial y en relación al desarrollo craneofacial están, el mayor desarrollo muscular, la conformación espacial de labios, paladar, encías y el mejor posicionamiento lingual así como una acción positiva sobre el sistema respiratorio fisiológico en el recién nacido. El estudio muscular y su dinámica durante la lactancia son de vital importancia en todo este trabajo neuromuscular que supone el acto de la succión. El complejo estomatognático relaciona estructuras dentarias, óseas, musculares, poliarticulares, tendinosas, vasculares y neurológicas que intervienen en los procesos de succión, deglución, respiración, fonación, masticación y en la posición del cráneo con respecto al resto del cuerpo. La succión-masticación, la respiración y la posición cervical del ser humano están íntimamente ligados y serán definitorios del equilibrio oclusopostural. El desarrollo integral del recién nacido depende en gran medida de la evolución armónica de su sistema oclusopostural. En este sentido los aspectos biológicos y emocionales van de la mano (Santiago, Santos, de la Ballina Peruyera, Jerez y del Castillo Remiro, 2004).

Durante el amamantamiento se produce la excitación de la musculatura bucal y se movilizan las estructuras del aparato estomatognático del recién nacido, lo cual influye en el crecimiento de su desarrollo. El amamantamiento es un estímulo que favorece al maxilar inferior para avanzar de su posición distal con respecto al superior a una posición mesial. Es el llamado primer avance fisiológico de la oclusión (Figura 17). De esta manera se evitan retrognatismos

mandibulares y se obtiene mejor relación entre el maxilar y la mandíbula. Con la ejercitación de los masticadores y faciales en el acto de lactar, disminuye el 50 % de cada uno de los indicadores de maloclusión dentarias (resalte, apiñamiento, mordida cruzada posterior, mordida abierta, distoclusión, rotaciones dentarias, etc.) que afectan la estética y la función dentofacial del niño. Sin embargo, con el biberón el niño no cierra los labios con tanta fuerza y éstos adoptan forma de "O", no se produce el vacío bucal, se dificulta la acción de la lengua, la cual se mueve hacia adelante contra la encía para regular el flujo excesivo de leche y hay menor excitación a nivel de la musculatura bucal que tenderá a convertirse en hipotónica y no favorecerá el crecimiento armonioso de los huesos y cartílagos, quedando el maxilar inferior en su posición distal (Méndez, Araluce y Zelenenko, 1999).



Figura 17. Movimiento del avance mandibular en la lactancia materna. (Tomada de Méndez et al., 1999).

En cuanto a la deglución, hay que tener en cuenta que la función más importante del sistema estomatognático es la masticación de los alimentos. Este sistema también tiene como función secundaria la deglución, que es una acción motora automática en la que actúan músculos de la respiración y del aparato gastrointestinal. Está definida como el tránsito del bolo alimenticio o la saliva desde la cavidad bucal al estómago. En condiciones normales, la deglución se produce sin contracción de las musculaturas mímicas: Los dientes se encuentran en contacto y la masa lingual permanece dentro de la cavidad oral. Existe una deglución adulta o madura y otra infantil, esta puede extenderse hasta los 5 años de edad. El cambio al patrón de deglución adulta

se va estableciendo gradualmente debido a la aparición de la dentición, al menor tamaño proporcional de la lengua con respecto a la cavidad bucal (dado que crece mucho menos que las dimensiones generales orofaciales), a la maduración neuromuscular y al cambio en la alimentación al comenzar la ingestión de alimentos sólidos. La deglución atípica, llamada también interposición lingual, se produce si persiste el patrón de deglución infantil luego de la erupción de los dientes anteriores. En ocasiones, se puede afirmar también, que la deglución atípica se trata de un fenómeno secundario a la presencia de una mordida abierta anterior que es un tipo de maloclusión (Medina et al., 2010).

1.3 LA POSTURA CORPORAL.

En primer lugar se recuerda que no se puede hablar de postura sin tener en cuenta la dinámica, el movimiento. Y en segundo lugar, según la Real Academia Española (RAE), posición es la postura, actitud o modo en que alguien o algo están puestos. No se está entrando a valorar o cuestionar cómo funciona el sistema tónico postural, es decir, la posturología, se intenta relacionar cómo están posicionados dos segmentos corporales distantes como los que nos ocupan. Una postura/posición incorrecta mantenida puede provocar alteraciones no sólo estéticas y estáticas, sino también en la función de ese segmento u otros, como consecuencia de las adaptaciones corporales. Y para ello, intentamos en este trabajo introducirnos en los distintos conceptos de postura, posición, equilibrio, centro de gravedad etc.

Actualmente están creciendo las investigaciones sobre las posibles correlaciones entre el sistema estomatognático y la postura corporal (Hanke, Motschall y Türp, 2007; Cuccia y Caradonna, 2009). Pero también, junto a estas investigaciones crece la controversia sobre si la correlación a nivel experimental que puedan arrojar estos estudios tiene relevancia clínica.

Para poder comprender bien y reforzar el término “posición corporal”, vamos a definir otros conceptos:

El equilibrio es aquel que nos permite conservar el centro de gravedad del cuerpo, manteniendo así una permanente lucha con la gravedad y permitiéndonos en todo momento mantener el control de nuestra postura. Este control va a ser esencial en la adquisición de gran parte de habilidades motrices. Podemos hablar del equilibrio estático que es la aptitud para conservar una posición sin moverse. Y el equilibrio dinámico que es la aptitud para asegurar el control y el mantenimiento de una posición durante el desplazamiento del cuerpo (Japa y Brighite, 2008). Podemos decir que el equilibrio es dinámico, es acción, aunque sea equilibrio estático.

La postura humana está controlada por la integración de información de los sistemas vestibular, propioceptivo y visual. Cada sistema sensorial detecta un

error que indica la desviación de la orientación del cuerpo desde una cierta posición de referencia, se suman las señales de error individuales y se genera un par correctivo apropiado en función de esta señal sumada. Numerosos estudios han demostrado la importancia de los sistemas sensoriales individuales en el mantenimiento del equilibrio. Ellos han confirmado que la estimulación de los sistemas visual, vestibular y propioceptivo evocan el dominio del cuerpo (Bandettini, Innocenti, Contini, Paternostro y Lova, 2003).

La propiocepción proviene de los músculos y tendones. El cumplimiento del tendón, la rigidez muscular y la actividad fluctuante complican la transducción de la rotación de la articulación a una señal propioceptiva. Estos problemas son agudos en la regulación postural debido a las pequeñas rotaciones de las articulaciones y la rigidez muscular sustancial a corto plazo (Loram, Lakie, Di Giulio y Maganaris, 2009).

Es el equilibrio entre las contracciones y relajaciones de los músculos integradores de estas cadenas, junto a los demás componentes, el responsable de mantener una buena postura (Ohanian, 2000).

Como se dijo al comienzo de este trabajo, el interés de la medicina por las alteraciones morfoestáticas en el plano sagital viene de muchos años atrás, ya el alemán Staffel, en 1889, es el primer autor que introduce el concepto de tipologías raquídeas en el plano sagital (Staffel, 1889) (Figura 18).

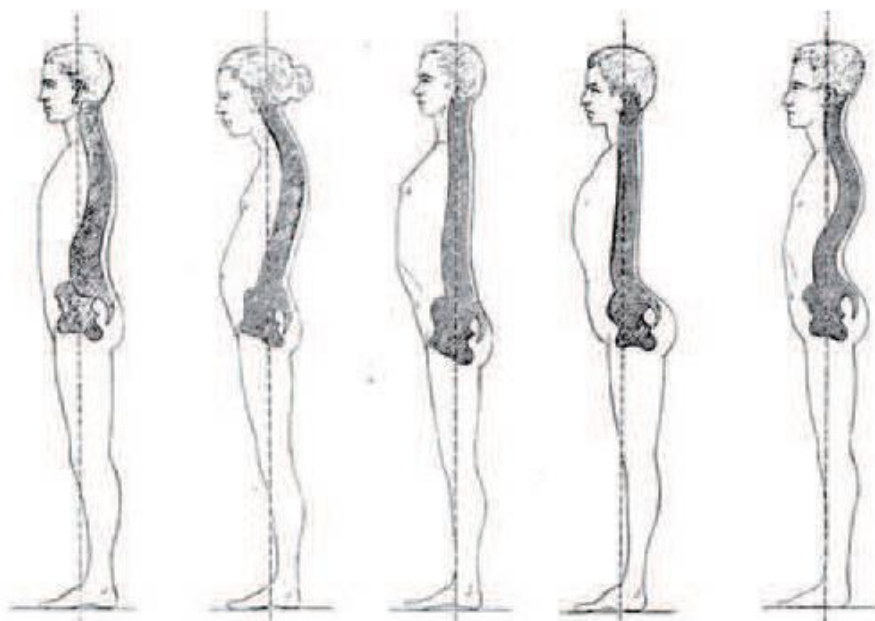


Figura 18. Tipologías raquídeas en el plano sagital. (Tomada de Staffel, 1889).

La estación bípeda del ser humano es la mayor expresión de este sistema postural, e implica adaptaciones continuas a nivel de la estática cefálica, raquídea y pelviana, especialmente en el plano sagital. Debemos conocer el estado de estas curvas, la definición de sus parámetros fisiológicos y sus posibles alteraciones (Duval-Beaupere, Schmidt y Cosson, 1992).

Todos los seres humanos necesitan una postura corporal estable y balanceada como apoyo, en la cual los movimientos voluntarios y coordinados pueden ser iniciados como parte de las funciones naturales. Para que un grupo de músculos pueda ejercer su función, necesariamente otro grupo debe promover estabilidad y posicionamiento de las estructuras óseas para que ocurra la acción voluntaria. Los receptores del sistema locomotor, especialmente aquellos localizados en los músculos y articulaciones, le informan al sistema nervioso central sobre los cambios de posición y movimiento. Así, el sistema nervioso procesa la respuesta sensitiva aferente y genera una respuesta expresada como una actividad muscular que modifica determinada postura (Huggare y Raustia, 1992).

La postura corporal equilibrada consiste en la alineación del cuerpo con una máxima eficiencia tanto fisiológica, como biomecánica, lo que reduce el estrés

y las sobrecargas ejercidas sobre el sistema de sustentación, por los efectos de la gravedad. En la postura correcta, la línea de gravedad pasa a través de los ejes de todas las articulaciones con los segmentos corporales alineados verticalmente. La cabeza, el tronco, los hombros y la cintura pélvica son los segmentos más importantes que deben estar en equilibrio muscular y mecánico (Yi, 2002).

Las informaciones provenientes de los pies, ojos, vestíbulo y de los elementos somato sensoriales, son analizadas por el sistema nervioso y dan como resultado el ajuste de los músculos posturales, a fin de que el centro de gravedad del cuerpo sea mantenido lo más cerca posible a la posición correcta. Cuando existe una información errónea por parte de los sensores y propioceptores de ojos, pies, vestíbulo y de los órganos encargados de la transmisión de datos al sistema nervioso, se produce un trabajo suplementario del organismo para restablecer el equilibrio, lo cual lleva a trastornos fisiológicos como cansancio crónico, fatiga, lumbalgias, cervicalgias y lesiones musculoesqueléticas severas (Vélez, Preven-Ergo, Valarezo y Freile, 2009).

La postura se define a menudo como la disposición relativa de las partes del cuerpo. Una buena postura es el estado del equilibrio muscular y esquelético que protege las estructuras del cuerpo contra lesiones o deformidades progresivas, independientemente de la actitud (erguida, acostada, inclinada, doblada) en la que estas estructuras están trabajando o descansando. Bajo tales condiciones, los músculos trabajan más eficientemente, y las posiciones ideales se asignan a los órganos torácicos y abdominales. La mala postura es una relación defectuosa entre las varias partes del cuerpo que produce mayor tensión en las estructuras de apoyo, y donde se produce un equilibrio corporal menos eficiente en la base de apoyo (Knoplich, 1983; Kendall et al., 1995).

La postura no es un término exclusivamente estático.

La Academia Americana de Ortopedia considera la postura como el equilibrio entre músculos y huesos, que protege las demás estructuras del cuerpo contra traumas. Debemos destacar que postura no es una situación estática, y sí dinámica. Las partes del cuerpo se adaptan constantemente a los más variados estímulos recibidos, reflejando las experiencias momentáneas. Para que haya

el mantenimiento de una postura correcta es necesaria la presencia de un tono muscular adecuado y de flexibilidad, pues los músculos tienen que trabajar continuamente contra la gravedad y en armonía unos con los otros. La contracción de los músculos antagonistas es esencial para permitir las diversas uniones del cuello, hombros y miembros que soportan el peso del cuerpo y dan a la postura la característica de un sistema funcional complejo (Braccialli y Vilarta, 2001).

Desde la dinámica biológica, la postura puede definirse como la actividad refleja de un organismo respecto a su adaptación al espacio. Si examinamos más detenidamente esta definición a la luz de ese contexto la postura/equilibrio no se relacionaría tanto con la estabilización de una actitud o con el mantenimiento de una posición determinada, sino con la misma acción motriz. Referirse a postura/equilibrio no debería conllevar la idea de no-actividad, sino todo lo contrario. Desde luego que no se podría entender bien el concepto de postura, ni el de equilibrio, sin hacer referencias a la acción que inmediatamente le ha precedido, a la acción que determina su mantenimiento y, en consecuencia, a aquella que seguidamente le va a suceder. Postura-equilibrio implica una dinámica compleja de interacciones sensorio-perceptivo-motrices, que ocurren, se procesan, se integran, se programan, se organizan y se ejecutan en planos muy diferentes. Postura-equilibrio podría ser equiparada conceptualmente con “estabilidad”, pero debe tenerse en cuenta que esa “estabilidad” es siempre relativa (Lázaro, 2000).

En la postura, pueden influir factores de tipo interno y externo. Entre los primeros, hay que considerar la información propioceptiva, cuya estimulación es fundamental para la maduración del esquema corporal, la regulación del equilibrio tónico ocular, postural y la ejecución de movimientos simples. Por otro lado, entre los factores externos encontramos los malos hábitos posturales de reposo, de trabajo y de ocio que van a determinar variaciones del centro de gravedad y de las curvaturas de la columna. La postura se puede analizar desde los puntos de vista estático o dinámico. En estática, la postura es la posición relativa del cuerpo en el espacio donde se encuentra o de las diferentes partes del cuerpo en relación a otras. Mientras que, en sentido dinámico se define como el control minucioso de la actividad neuromuscular

para mantener el centro de gravedad (CG) dentro de la base de sustentación (del Sol y Hunter, 2004).

Si utilizamos el CG y su eje para definir la postura, tenemos que en el plano frontal, la línea de gravedad coincide con la línea media del cuerpo. En el plano sagital, el centro de gravedad se sitúa por delante de L4 y el eje que define pasa ligeramente por delante de la articulación tibioastragalina a través de la articulación del hombro y a través del lóbulo de la oreja (Rodríguez-Romero, Mesa Jiménez, Paseiro Ares y González Doniz, 2004) (Figura 19).

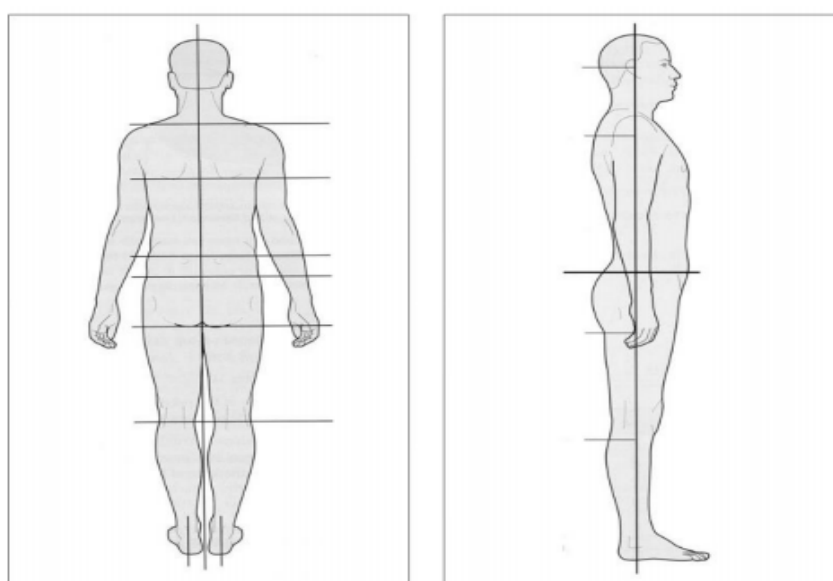


Figura 19. Postura en el plano frontal y sagital. (Tomada de Rodríguez-Romero et al., 2004).

El CG, o punto donde actúa la resultante de todas las fuerzas que inciden simultáneamente en un cuerpo, incluyendo la gravedad, queda dentro del área que constituye la base de sustentación. Sin importar la posición del cuerpo en el espacio, o si está en reposo o movimiento, el cuerpo se encuentra en equilibrio (Cuesta López, Calidonio y Daniel, 2009).

El centro de gravedad también se ve influenciado por la manera como se distribuye el peso del cuerpo; esto se ve sometido a una gran variedad por cargas externas que se apliquen a las diferentes partes del cuerpo en bipedestación, demostrando que el peso de más hará mover el centro de gravedad hacia su mismo lugar (Gómez Roldán, 2015).

El pie, en su superficie apoyada en el suelo y el área que separa ambos pies constituyen la base de sustentación (de la Fuente et al., 2003).

En cuanto a la línea del centro de gravedad, las leyes de la mecánica dicen claramente que el mínimo gasto de energía se consigue cuando un cuerpo se mueve en línea recta, sin que el centro de gravedad se desvíe, tanto para arriba como para abajo, como de un lado a otro (Figura 20).

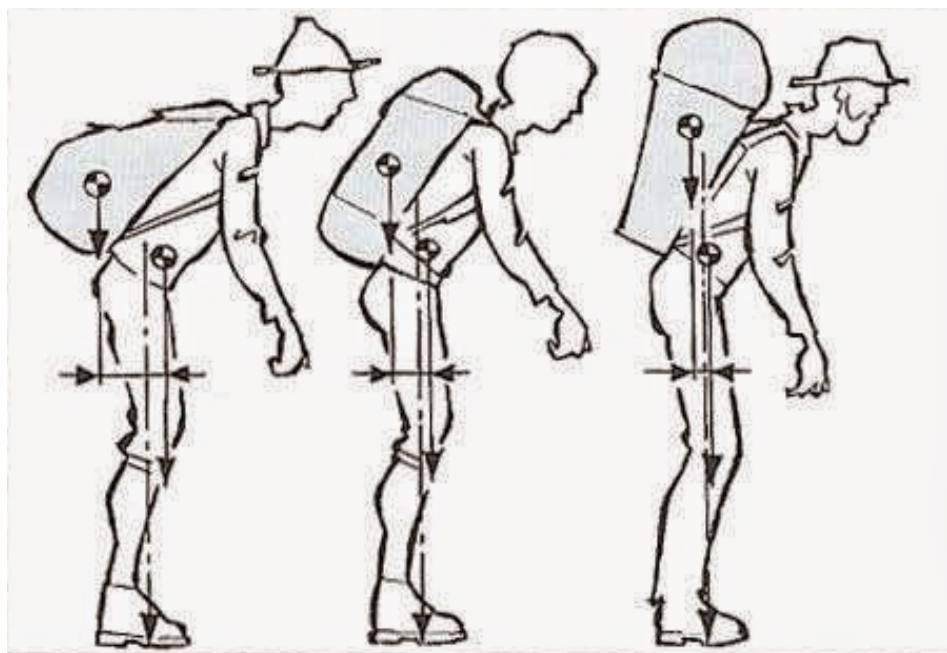


Figura 20. Cuanto más cerca del centro de gravedad corporal se encuentre la carga, más fácil será llevar la mochila. (Tomada de <http://fisioterapia.blogspot.com.es/2015/09/todo-sobre-el-centro-de-gravedad-en-el.html>).

Esta línea recta sería posible en la marcha normal si las extremidades inferiores terminaran en ruedas. Como no es esto lo que ocurre, el centro de gravedad del cuerpo se desvía de una línea recta, pero para la conservación de la energía, la desviación o desplazamiento debe quedarse a un nivel óptimo (Osorio y Valencia, 2013) (Figura 21).

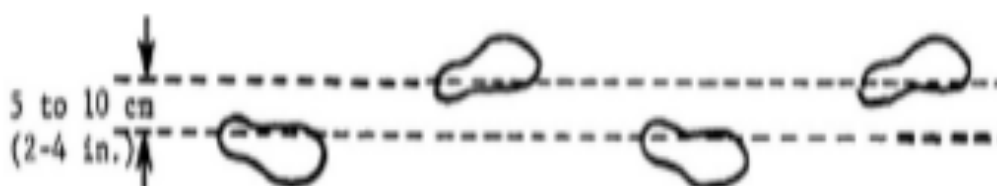


Figura 21. Ancho de la base de sustentación. (Tomada de Osorio y Valencia, 2013).

Pero, ¿cuál es la definición de una postura correcta? Se considera postura correcta aquella en la que, vista en un plano frontal, la línea de gravedad pasa por la séptima vértebra cervical, cara interna de las rodillas y maleolo interno, no presentando curvas en sentido transversal. En el plano sagital, la línea pasa por el conducto auditivo interno, por delante de la articulación coxofemoral, atraviesa la rodilla y termina dos centímetros por delante del tobillo (Ohaniam, 2000).

La postura, por tanto, puede ser normal (fisiológica), es decir, adaptada al ambiente, o anormal (patológica), es decir, inadaptada, inarmónica o desequilibrada. Las causas de este desequilibrio pueden ser diversas, pero, evidentemente, la inmovilidad prolongada, las posturas incorrectas mantenidas durante mucho tiempo, así como el estrés y la tensión nerviosa, llevan a alteraciones de las articulaciones y rigidez muscular, con la consiguiente aparición de dolores, con frecuencia crónicos (Gattoronchieri, 2016).

En cuanto a la población infantil: el desarrollo postural sigue las leyes de la física de los sólidos: Un cuerpo se encuentra en equilibrio tanto más estable cuanto mayor es la base de sustentación y más cerca de ella se encuentra su centro de gravedad. El niño construye a partir del proceso de maduración neuropsicológica y de las experiencias que realiza sistemas de equilibración, de estabilidad y dinámica postural cada vez más sofisticados que le permiten sostener posturas con una disminución progresiva de la base de sustentación y una elevación también progresiva del centro de gravedad de manera particularmente notable durante los dos primeros años de vida pasando de la horizontalidad a la verticalidad (Chokler, 2006).

García y Capablo enuncian que hay que partir del hecho de que el aparato osteo-articular del niño no está deformado, pero si tenemos en cuenta la acción nociva de las fuerzas musculares en desequilibrio, como el mantenimiento de posiciones viciosas y asimétricas durante bastante tiempo, obtenemos como resultado la estructuración de esas malas posturas y actitudes incorrectas en unos segmentos anatómicos fácilmente deformables. Generando así un acortamiento adaptativo de los tejidos blandos: los músculos pierden su

longitud biológica y disminuyen la flexibilidad de ligamentos y articulaciones (García Díez y Capablo Mañas, 1999).

La modulación del tono postural es manejada por un sistema complejo que puede regular y adaptarse, el llamado sistema tónico postural. Los reflejos colaboran en el mantenimiento de la postura, entre los reflejos de estiramiento, vestibular y del cuello que coordinan los movimientos de la cabeza y los miembros superiores. Las cadenas posturales representan un circuito muscular contiguo a través del cual propagan las fuerzas del cuerpo. La postura estándar en la posición vertical está dada por una línea vertical que, en el plano sagital, debe pasar a través del ápice del cráneo, el proceso espinoso de la segunda vértebra cervical, el cuerpo vertebral de la tercera vértebra lumbar, la articulación calcáneo-cuboide que se proyecta sobre el polígono de soporte (Trovato, Roggio, Szychlinska, Borzì y Musumeci, 2015).

En la actualidad, los índices de alteraciones posturales presentes en la población estudiantil infantil han ido en aumento, no existiendo un adecuado sistema de salud, que permita detectar precozmente esta situación. En esta fase del desarrollo la postura sufre muchos ajustes y adaptaciones debido a los cambios del cuerpo y a los exigentes factores psicosociales. La primera etapa de la niñez, entre los 2 y 6 años, corresponde a la adquisición de las habilidades motrices básicas y es una buena etapa para detectar e identificar las medidas preventivas e informar a padres y maestros sobre el problema de mala postura de los estudiantes en los establecimientos educacionales (Penha, João, Casarotto, Amino y Penteado, 2005).

La exposición a esquemas motores erróneos, es decir las actitudes posturales incorrectas, se caracterizan por modificaciones funcionales reversibles que afectan el aparato ósteo-muscular y provocan una alteración del equilibrio dinámico (Espinoza-Navarro et al., 2009).

En los primeros años de la vida del ser humano, el sistema musculoesquelético continúa su desarrollo sin ninguna solución de continuidad respecto a la embriogénesis. Esta característica es propia de todo el organismo, pero es, probablemente, en dicho sistema musculoesquelético donde el porcentaje de

desarrollo pendiente sea el mayor. Cualquier mal hábito durante la edad infantil puede generar daños irreversibles en este sistema. Las patologías más típicas que se producen en la columna vertebral constituyen un capítulo muy importante dentro de la atención pediátrica. Algunas de estas alteraciones de interés pueden ser congénitas o neuromusculares y aparecen durante la infancia, ponemos como ejemplo dos de ellas: escoliosis idiopática y cifosis de aparición en la adolescencia. Es capital para el pediatra, la detección de estos cuadros de manera precoz, para de esta forma poder administrar un tratamiento adecuado lo antes posible (Pérez-García, 2015).

Puede considerarse común que ocurran alteraciones en la morfología corporal durante el proceso evolutivo de un niño, por ejemplo, disturbios en el control postural, estados patológicos acentuados, falta de estructura corporal u otros vicios posturales, disturbio en el desarrollo simétrico de los sistemas musculares y esqueléticos. De cualquier modo, todas las variaciones conducen a desequilibrios más o menos importantes clínicamente, según la época en la que surgen. Estas variaciones tienden a modificar el plano anatómico-funcional, alteración de la mecánica del equilibrio corporal, como también la expresión somática de la personalidad del individuo (Bankoff, Freire y Villarta, 1994).

1.4 RELACIÓN DE ALTERACIONES DEL SISTEMA ESTOMATOGNÁTICO CON EL RESTO DEL CUERPO.

Como los diversos sistemas en el cuerpo están interconectados para formar una sola unidad estructural, una condición patológica en un área también puede afectar otras áreas. En particular, los músculos esqueléticos juegan un papel decisivo en la coincidencia de diversos trastornos, debido a la “cadena” continua anatómica y funcional que forman entre el cráneo, mandíbula inferior, la columna vertebral, las extremidades y pelvis (Silvestrini-Biavati et al., 2013).

Así, por ejemplo, si surge una situación de alta tensión muscular en uno de los eslabones de esta cadena (mandíbula, hioides, vértebras, pelvis y extremidades), se transmite inmediatamente al resto del cuerpo. Como consecuencia, el cuerpo pierde su estado de equilibrio, dando lugar a mecanismos de compensación, por ejemplo, la tensión muscular en otras partes antagónicas del cuerpo. De esta manera, la maloclusión dental puede asociarse con la desalineación de la mandíbula, uno de los eslabones de la cadena muscular, que conduce a la hipercontracción de los músculos masticatorios (Andrade, Gavião, Gameiro y De Rossi, 2010). Estos mecanismos compensatorios que en principio afectan a tejidos blandos, si se mantienen en el tiempo pueden llegar a estructurarse y afectar al crecimiento del individuo.

Esta tensión muscular obliga al resto del cuerpo a reaccionar, imponiendo modificaciones posturales provocadas por la contracción de otros músculos de la cadena. De hecho, la incidencia de maloclusión en pacientes ortopédicos aportados por la literatura oscila entre el 83% y el 87% (Korbmacher, Eggers-Stroeder, Koch y Kahl-Nieke, 2004).

Conocer cómo interactúan los trastornos temporomandibulares y las variables posturales, permitirá a los profesionales estar mejor preparados para realizar su labor preventiva y curativa, en aras de permitir a la población la pronta incorporación a la vida social sin las molestias que produce un desorden funcional de esta índole (Parrilla, Miguel, Semykina, Chipombela y Conceição,

2014).

El sistema estomatognático, un componente integral de la parte superior del cuerpo, puede desempeñar un papel importante en el control postural. Por lo tanto, los cambios en la postura corporal pueden afectar el desarrollo craneofacial. Varios estudios sugieren que las relaciones espaciales entre las mandíbulas pueden influir en la musculatura distal e inducir adaptaciones posturales del cuerpo. Éste es el síndrome postural descendente (Figura 22). Sin embargo, Perinetti et al. concluyeron que la posición mandibular, la oclusión asimétrica y los trastornos temporomandibulares no parecen correlacionarse con el movimiento corporal o la actividad muscular en otras partes del cuerpo, incluidos los responsables del mantenimiento de la postura, a un nivel clínicamente relevante (Šidlauskienė et al., 2015).

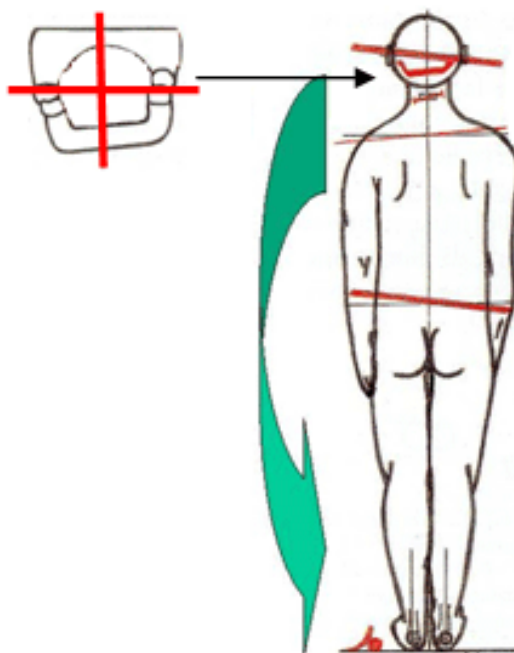


Figura 22. Síndrome postural descendente. (Tomada de Gómez, Doratis, Jurisic, Alcedo y Ortiz, 2009).

En particular, la maloclusión dental (que es una de las posibles afectaciones del aparato estomatognático) tiene una prevalencia muy alta entre niños y jóvenes (Brunelle, Bhat y Lipton, 1996), y, como tal, los posibles efectos de los rasgos maloclusales en la postura corporal pueden proporcionar más indicaciones para los tratamientos de ortodoncia. Estudios previos han

reportado correlaciones significativas (Nobili y Adversi, 1996); (Ishizawa, Xu, Onodera y Ooya, 2005) y no significativas (Michelotti et al., 2006) entre la maloclusión dental / esquelética y la postura corporal (Figura 23).

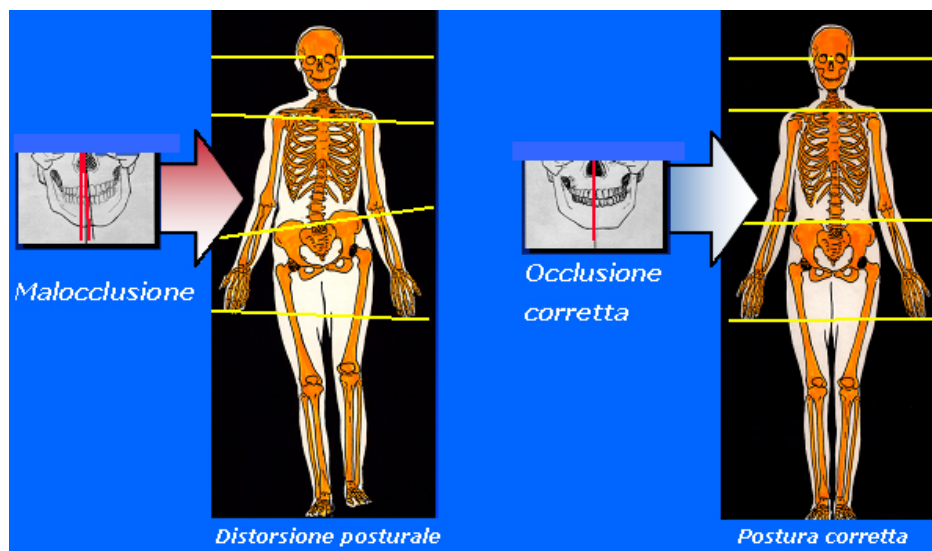


Figura 23. Relación entre maloclusión dental y posición corporal. (Tomada de Esposito & Meersseman, 1988).

Las disfunciones craneomandibulares (DCM) han sido estudiadas por largo tiempo, buscando el rol de los diferentes factores que participan en su etiología. Éstas, se han relacionado con maloclusiones, bruxismo y estrés. Clínicamente sin embargo, se puede apreciar que en los pacientes disfuncionados existen otras razones para las causas de sus síntomas y molestias que no provienen del sistema craneomandibular. La estabilidad ortostática del cráneo sobre la columna cervical influye en la etiología de las DCM y del dolor orofacial, porque determina la posición espacial de la mandíbula influenciando aspectos de la oclusión, como la posición de contacto retruida, el espacio interoclusal, la posición de eje de bisagra terminal de la ATM y la relación de contacto de los dientes en la oclusión habitual, además de la actividad electromiográfica de los músculos masticadores y de la nuca, que al alterarse pueden producir disfunciones del sistema craneomandibular (Fuentes, Freesmeyer y Henríquez, 1999).

En general, el dolor craneofacial y la discapacidad, es un problema de salud que afecta a una gran población. Los trastornos temporomandibulares crónicos

se incluyen en esta clasificación, con una alta prevalencia y duración del dolor de más de quince días al mes, continuamente o en episodios de al menos cuatro horas y por más de tres meses. La disfunción cráneo mandibular crónica puede presentar dolor persistente, recurrente o crónico asociado con disfunción de la articulación temporomandibular y/o músculos involucrados en el sistema masticatorio. La etiología de la disfunción temporomandibular (DTM) crónica es multifactorial y está relacionada con factores funcionales, estructurales y psicológicos. Su prevalencia se estima entre el 3,7% y el 12%, y es al menos dos veces más común en las mujeres que en los hombres (2:1 a 9:1). Uno de sus síntomas clínicos más comunes es el dolor, que puede afectar áreas como los oídos, los ojos y/o la garganta, causando frecuentemente dolor de cuello y cefalea (Gil-Martínez et al., 2016).

Los factores físicos podrían deberse a un proceso inflamatorio, como traumatismo, sinovitis secundaria, infección o irritación. La DTM crónica también suele estar relacionada con disfunciones articulares como el desplazamiento de disco con o sin reducción (Graff-Radford, 2007).

La DTM se clasifica según los criterios diagnósticos internacionales que separan los síntomas físicos y psicológicos. Los síntomas físicos incluyen, entre otros, trastornos de dolor en las articulaciones, trastornos del dolor muscular y dolores de cabeza atribuidos a la DTM (Schiffman et al., 2010).

Este planteamiento tiene su base en que estas alteraciones posturales del cuarto superior afectan al sistema cráneo mandibular en su componente oclusal (estabilidad oclusal, espacio de inoclusión fisiológica), componente muscular (posiciones mandibulares, trayectoria de cierre muscular) y en la articulación temporomandibular (centricidad y dinámica), produciendo desplazamientos biomecánicos. Cuando la cabeza adopta una posición de rotación posterior con anteproyección, la mandíbula es desplazada posterior a su posición normal. Cuando la cabeza adopta una posición de rotación anterior, la mandíbula se desplaza anteriormente. En ambas situaciones, los contactos dentarios entre maxilar y mandíbula se ven afectados seriamente (inestabilidad oclusal, bruxismo) produciéndose sendas alteraciones en los patrones musculares y en

las posiciones de la ATM (Henríquez, Fuentes, Sandoval y Muñoz, 2003).

Los TTM son complejos y moldeados por factores interactuantes (Grau León et al., 2005) (Cabrera Villalobos, Casanova Rivero, Álvarez Llanes y Gómez Mariño, 2010). Okesson los clasifica en: factores predisponentes, precipitantes y perpetuantes. Los factores predisponentes aumentan el riesgo a padecer TTM, los desencadenantes inician el trastorno y los perpetuantes impiden la curación y propician el progreso de un TTM (García-Fajardo, Palacios, Casado, Trigo y Varela, 2007) (Tabla 2).

1. Factores predisponentes:	A) Factores patofisiológicos. (Neurológicos, vasculares, hormonales, nutricionales y degenerativos).	B) Factores estructurales. (Insuficiente desarrollo de los cóndilos).	C) Factores oclusales. (Mordida abierta anterior, resalte y sobrepase aumentado, mordida cruzada, ausencia de sectores dentarios posteriores, tratamientos ortodóncicos).
2. Factores precipitantes:	A) Macrotraumas.	B) Microtraumas repetidos extrínsecos. (Hábitos parafuncionales).	C) Microtraumas repetidos intrínsecos. (Bruxismo).
3. Factores perpetuantes:	A) Alteraciones de la columna cervical.		

Tabla 2. Factores interactuantes en los TTM. (Tomada de de la Torre Rodríguez et al., 2013).

Cuando existe un TTM, sus síntomas propios son dolores en la ATM de forma continua o en ciertos movimientos, ruidos articulares, disquinesia, mareos y pérdida de equilibrio, síntomas neurológicos (migrañas, cefaleas intermitentes, dolores en la nuca, dolores en el cuello, en la cintura escapular y en la columna dorsal, arteritis de la meníngea por contractura muscular), y síntomas oftalmológicos como visión borrosa, lagrimeo y alteraciones de la convergencia ocular (Gómez Munilla, 2015).

Los dientes deben adoptar una posición equilibrada dentro de la arcada. Una ausencia o malposición de estos supone un compromiso que repercute a nivel orofacial con sobrecarga en la ATM produciéndose así el llamado “síndrome de

maloclusión”, es decir, un lado de la cara se encuentra con atrofia muscular y el otro con hipertrofia muscular compensatoria ocasionando asimetría facial. Esta asimetría facial generalmente se acompaña de una limitación en el movimiento de rotación de la columna vertebral hacia un lado y además una inclinación hacia ese lado del axis así como anomalía a nivel de la cervical sexta. La mandíbula se encuentra en desequilibrio. El cráneo adopta una posición espacial anómala que supone una sobrecarga en la columna cervical, dando lugar a un proceso de adaptación con malposiciones en la columna ocasionando así el dolor de espalda que de no tratarse conllevará a una artrosis y artritis recidivantes (Martin Recio, 2009).

Los pacientes afectados por escoliosis idiopática muestran no solo una deformidad espinal, sino también deficiencias posturales y oculomotoras que sugieren que dicho síndrome puede estar relacionado con una disfunción vestibular. Parece que, en los niños, un ligero desequilibrio en la actividad del complejo vestibular de ambos lados escapa de los mecanismos neuronales responsables de la compensación vestibular y conduce a la curvatura espinal que caracteriza a la escoliosis idiopática (Manzoni y Miele, 2002).

Los músculos posturales mandibulares son parte de la cadena muscular que permite al individuo permanecer de pie con la cabeza erguida. Cuando se producen cambios posturales, las contracciones musculares a nivel del sistema estomatognático cambian la posición mandibular, debido a que la mandíbula busca y adopta nuevas posiciones ante la necesidad de funcionar. Por lo tanto, una actitud postural incorrecta, es considerada factor etiológico de maloclusiones. La asociación entre posición de la cabeza y maloclusiones fue descrita por Schwartz en 1926, quien observó en niños con obstrucción de la vía aérea superior, una postura al dormir, con extensión de la cabeza y postuló que podía ser una razón para el desarrollo de una maloclusión Clase II de Angle (Aldana et al., 2011).

El sistema estomatognático está compuesto de estructuras estáticas o pasivas y de estructuras dinámicas o activas que, equilibradas y controladas por el sistema nervioso central, son responsables del funcionamiento armónico de la

cara. Diversos autores estudiaron la relación entre alteraciones posturales y DTM y observaron, en niños con DTM, un posicionamiento hacia adelante de la cabeza y los hombros desalineados y una relación entre el desnivel de los hombros y la hiperactividad de los músculos de la masticación (García, de Queiroz y Díaz-Serrano, 2008).

Muchos estudios han examinado la relación entre la maloclusión y los parámetros de la postura corporal en los planos sagital y frontal; los resultados identificaron una correlación entre las enfermedades estructurales ortopédicas y la morfología oclusal:

Segatto et al. encontró que los niños con diversas deformidades espinales tienen un alto número de maloclusiones (Segatto, Lippold y Végh, 2008). Los niños con dislocación congénita de cadera están más predispuestos al desarrollo de una mordida cruzada lateral (Lippold, Danesh, Schilgen, Drerup, y Hackenberg, 2006). Ben-Bassat et al. encontró que los pacientes con escoliosis idiopática mostraron características más asimétricas de la maloclusión que un grupo de control aleatorio (Ben-Bassat, Yitschaky, Kaplan y Brin, 2006).

También hay una correlación entre la postura corporal y el patrón de respiración. Las amígdalas y adenoides aumentadas, la rinitis alérgica y los problemas respiratorios crónicos causan un síndrome de respiración bucal, lo que da como resultado la adaptación de las posturas de la cabeza y el cuerpo en general, que también afecta al desarrollo del esqueleto facial. Se acepta generalmente que la inclinación anterior de la cabeza es el principal cambio postural en estos sujetos, que empujan sus cabezas hacia delante y extienden su cuello para facilitar el flujo de aire a través de la boca. Se observó una alteración de la postura del cuello en el 80% de los niños con respiración bucal (Okuro et al., 2011).

En 1982 Rocabado et al. establece la asociación entre oclusión de Clase II y postura adelantada de la cabeza, descrita según palabras del autor como; “la evidencia más poderosa que ha podido observar en la relación entre maloclusión y posición de la cabeza” (Rocabado, Johnston y Blakney, 1982).

La posición delantera de la cabeza provoca la protracción y rotación de los hombros, elevación y abducción de las escápulas, depresión de la región anterior torácica y desplazamiento hacia adelante de todo el cuerpo. A diferencia de los niños con respiración nasal, estos cambios posturales en niños que respiran con la boca no mejoran espontáneamente una vez que superan los 8 años de edad. (Šidlauskienė et al., 2015). Milanesi et al. demostraron que los adultos que eran bucodispersores durante la infancia tenían una postura de cabeza más anterior y un ángulo de lordosis lumbar mayor que los individuos en un grupo control (Milanesi et al., 2011).

Silvestrini también asoció otros parámetros corporales, la incidencia de maloclusiones dentales junto con trastornos de postura y convergencia ocular en niños de entre siete y diez años de edad, concluyendo que alrededor del 13% de los niños mostraron un andar patológico y, entre ellos, las anomalías verticales de oclusión (mordida profunda o mordida abierta) fueron frecuentes con respecto a los otros defectos oclusales. La dimensión vertical de la oclusión reveló una ligera relación con el ojo dominante apropiado. Las variables posturales, ortópticas, osteopáticas y oclusales a menudo se asociaron clínicamente y, por lo tanto, estos trastornos parecen requerir un enfoque médico multidisciplinario para su tratamiento (Silvestrini-Biavati et al., 2013).

1.5 RELACIÓN DE LAS ALTERACIONES DE MIEMBROS INFERIORES CON EL RESTO DEL CUERPO.

Parece que en la literatura científica existente están claros los agentes que pueden causar disfunciones en el sistema estomatognático, que a su vez forman parte directa de este sistema (respiración, deglución, masticación y fonación). O incluso con la zona lumbar de la espalda y muy poco con la pierna, pero, ¿qué ocurre con otros segmentos corporales aún más alejados y tomándolo como origen del problema?

Los problemas posturales se inician principalmente en la infancia por la adopción de posturas incorrectas no corregidas a tiempo, ocasionando, no solo alteraciones estéticas, sino también funcionales.

Se puede decir que hay estudios basados en dos grandes supuestos, 1) un cambio mandibular puede causar una adaptación posicional de la cabeza (Pradham, White, Mehta y Forgione, 2001) y 2) una postura de compensación de la cabeza provoca posiciones de adaptación del cuerpo, para mantener un centro de gravedad compatible con la posición vertical (Strini et al., 2009). Pero, ¿se conoce el origen real de estas malas posiciones?, ¿es posible que malas posiciones de las extremidades inferiores, hagan al segmento superior del cuerpo se posicione de una forma adaptativa y esto a su vez influya en la mandíbula?

Se estaría hablando de lo que algunos autores denominan síndrome postural ascendente, es decir, que tiene su origen de abajo hacia arriba. Se originan en cualquier parte del cuerpo y van a repercutir en la cavidad bucal. Generalmente se debe a problemas en los miembros inferiores o en la columna vertebral. Un apoyo plantar defectuoso puede provocar cefalea o lumbalgia (Gómez et al., 2006) (Figura 24).

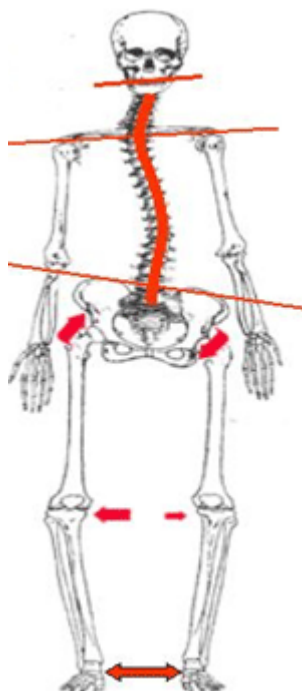


Figura 24. Síndrome postural ascendente. (Tomada Conferencia impartida en las 7ª Jornadas de “Encuentro Pediatría Odontopediatría”, España 2.006).

Aunque es un tema controvertido, se empieza a reconocer que los problemas que implican al aparato estomatognático y las alteraciones en la postura de los pies pueden causar disfunción cinética, lo que conduce a patologías en las vías espinales ascendentes y descendentes (Korbmacher et al., 2004; Perillo et al., 2011).

Hay pocos estudios que han considerado la posible relación entre segmentos tan distantes y que a su vez lo hagan relacionando variables con validez y fiabilidad adecuadas en ambos segmentos; entre ellos, Rothbart examinó la relación entre los pies pronados, los huesos innominados y la dimensión facial vertical, observando una relación positiva entre los pies relativamente pronados, una rotación anterior de la cadera y un acortamiento de la dimensión vertical facial (Rothbart, 2008). Otros autores relacionaron el plano oclusal interdental y la musculatura de los arcos de los pies, y lo hicieron con el uso de electromiografías (Valentino, Melito, Aldi y Valentino, 2002).

Aquí surge la cuestión de cuáles son las alteraciones que se han originado antes: ¿son los segmentos inferiores los primeros en dañarse originando las adaptaciones posturales que posteriormente acaban estructurándose y dando lugar a patologías o es a la inversa? Si existiesen estudios concluyentes que afirmaran estas correlaciones, se podrían crear protocolos de actuación estandarizados, que junto a la gran importancia de un diagnóstico temprano en un marco interdisciplinar podría evitar patologías y tratamientos posteriores.

Los pies y los ojos son dos elementos que constituyen las entradas primarias del sistema postural: toda la alteración del apoyo en el suelo o de la convergencia ocular tendrá repercusiones en el conjunto postural. La desregulación de estos captos es en extremo frecuente y suele pasar desapercibido (Bricot, 2008).

El pie representa el primer eslabón de las cadenas cinéticas. El pie es la unidad funcional que estabiliza el resto del aparato locomotor durante la marcha a través del contacto que establece en la superficie del suelo, mostrando gran capacidad de adaptabilidad y flexibilidad, y constituyendo el primer receptor y transmisor de impactos, tensiones y compresiones. Este en su estrecha superficie apoyada en el suelo y el área que separa ambos pies constituyen la base de sustentación (de la Fuente et al., 2003).

Las posiciones anómalas en el pie si no son detectadas a tiempo pueden tener consecuencias a nivel de pie, tobillo, rodilla, cadera, columna vertebral y hombro. Los pacientes que tienen lesiones en la postura debido a malas posiciones de los pies, son aquellos que pueden desarrollar este síndrome postural ascendente.

Cuando existe un pie normal, se presenta un arco interno que lo eleva en su parte media, lo que contribuye a que la postura del adulto sea adecuada y a que haya una distribución balanceada del peso corporal que permite mantener una postura armoniosa en bipedestación. Un paciente que presenta un pie normal tendrá una normoclusión (Clase I de Angle) y no presentará lesiones de sobrecarga de ATM ni de columna vertebral; su postura se considerará como adecuada.

En adultos con un exceso de apoyo en la huella plantar puede ser que en busca de una mejor postura compensatoria presente una protrusión mandibular.

En adultos con falta de contacto de la zona plantar con el suelo hace que no exista un estímulo sensorial adecuado para que el cuerpo se mantenga en equilibrio, lo cual hace que el paciente en busca de equilibrio postural adopte posiciones inadecuadas provocando escoliosis en la columna vertebral y reubicación de la postura de la cabeza y de la ATM (Machado et al., 2009).

Hansson plantea que una alteración de la posición de las caderas puede ser una causa etiológica para las DCM (Hesse, Naeije y Hansson, 1990).

Stute observó, que las alteraciones de la articulación temporomandibular son más frecuentes cuando en el mismo lado del cuerpo se presenta la cadera más baja (Stute y Becker, 1996).

Bergbreiter encontró una relación entre la alteración de la postura de las caderas (medidas con el acromiopelvímetro de Cross) y alteraciones de la ATM. Además observó que en la ATM que se encuentra en el lado del cuerpo donde existe una cadera más baja, presenta al examen clínico una mayor prevalencia de ruido articular (Bergbreiter, 1993).

1.6 JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con los principios médicos actuales, que se están desplazando hacia una visión más holística del cuerpo humano, este estudio tiene como objetivo investigar, de manera interdisciplinaria, la posible correlación entre maloclusiones dentales y posición del pie.

Dado que las maloclusiones son la tercera alteración oral más prevalente entre adultos y la segunda entre la población infantil, poder probar la existencia de una correlación con alteraciones podológicas, y viceversa, significaría un avance importante para la ciencia.

A pesar de los estudios existentes, actualmente no existe una recomendación clara para las condiciones marco para la consulta obligatoria de un podólogo en pacientes ortodóncicos.

El crecimiento actual del interés en la investigación para determinar las posibles correlaciones entre el sistema estomatognático y la postura corporal, va unido a una considerable controversia sobre si las correlaciones observadas en los estudios experimentales son realmente de relevancia clínica.

Una postura incorrecta, es considerada factor etiológico de maloclusiones. La asociación entre posición de la cabeza y maloclusiones fue descrita por Schwartz en 1926, quien observó en niños con obstrucción de la vía aérea superior, una postura al dormir, con extensión de la cabeza y postuló que podía ser una razón para el desarrollo de una maloclusión Clase II de Angle (Aldana et al., 2011).

Por otro lado, si surge una situación de alta tensión muscular en uno de los eslabones de esta cadena (mandíbula, hioides, vértebras, pelvis y extremidades), se transmite inmediatamente al resto del cuerpo. Como consecuencia, el cuerpo pierde su estado de equilibrio, dando lugar a mecanismos de compensación, por ejemplo, la tensión muscular en otras partes antagónicas del cuerpo. De esta manera, la maloclusión dental puede

asociarse con la desalineación de la mandíbula, uno de los eslabones de la cadena muscular, que conduce a la hipercontracción de los músculos masticatorios (Andrade et al., 2010). Estos mecanismos compensatorios que en principio afectan a tejidos blandos, si se mantienen en el tiempo pueden llegar a estructurarse y afectar al crecimiento del individuo.

Segatto et al. encontró que los niños con diversas deformidades espinales tienen un alto número de maloclusiones (Segatto et al., 2008). Los niños con dislocación congénita de cadera están más predispuestos al desarrollo de una mordida cruzada lateral (Lippold et al., 2006). Ben-Bassat et al. encontró que los pacientes con escoliosis idiopática mostraron características más asimétricas de la maloclusión que un grupo de control aleatorio (Ben-Bassat et al., 2006).

Milanesi et al. demostraron que los adultos que eran respiradores bucales durante la infancia tenían una postura de cabeza más anterior y un ángulo de lordosis lumbar mayor que los individuos en un grupo control (Milanesi et al., 2011). Este aumento de la curvatura lumbar, ¿no podría provocar otras alteraciones en el miembro inferior?, y de ser así, ¿qué se originó primero?

Diversos autores estudiaron la relación entre alteraciones posturales y la DTM y observaron, en niños con DTM, un posicionamiento hacia adelante de la cabeza y los hombros desalineados y una relación entre el desnivel de los hombros y la hiperactividad de los músculos de la masticación (García, de Queiroz y Díaz-Serrano, 2008).

En consulta podológica, frecuentemente se explora al niño y se anota en la historia “asimetría en la altura de hombros”, se continúa con la exploración de forma descendente observando cómo el paciente va o no compensando y se intenta buscar la relación de cómo está posicionado el pie en función a cómo está el niño desde los segmentos superiores del cuerpo, pero no es frecuente pensar que este desnivel podría ser por ejemplo por una hiperactividad de los músculos de la masticación provocada por una DTM.

Estos trastornos parecen requerir un enfoque médico multidisciplinario para su

tratamiento.

Debido al impacto clínico que puede tener una correlación entre la maloclusión dental y la posición del cuerpo y debido a la escasa información disponible sobre el tema, se justifica una mayor investigación. Por lo tanto, este estudio fue diseñado para investigar si los rasgos maloclusales descritos se correlacionan con las alteraciones de posición del pie a un nivel detectable.

Este estudio nace con el objetivo de encontrar una relación directa entre la posición del pie y las maloclusiones dentales, y poder en un futuro establecer unos protocolos de actuación que nos permitan prevenir patologías y realizar tratamientos a través de un diagnóstico precoz.

CAPÍTULO II: OBJETIVOS

OBJETIVOS

Los objetivos de este trabajo los hemos dividido en objetivos principales y secundarios.

El Objetivo principal:

Conocer si existe relación entre la posición del pie y las maloclusiones dentales en niños de 6-9 años de edad.

Los objetivos secundarios, derivados de la realización del trabajo:

1. Relacionar el FPI con las maloclusiones dentales según la clasificación dentaria de Angle en niños de 6-9 años de edad.
2. Relacionar el ángulo de Clarke con las maloclusiones dentales según la clasificación dentaria de Angle en niños de 6-9 años de edad.
3. Relacionar el FPI con el ángulo de Clarke en niños de 6-9 años de edad.

**CAPÍTULO III:
RELACIÓN ENTRE POSICIÓN DEL
PIE Y MALOCLUSIONES
DENTALES EN NIÑOS DE 6-9 AÑOS
DE EDAD: ESTUDIO
TRANSVERSAL**

1. INTRODUCCIÓN
2. MATERIAL Y MÉTODO
 - 2.1 DISEÑO Y MUESTRA
 - 2.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO
3. RESULTADOS
4. DISCUSIÓN
5. CONCLUSIONES

1. INTRODUCCIÓN

Existe un interés creciente en la investigación para determinar las posibles correlaciones entre el sistema estomatognático y la postura corporal (Hanke et al., 2007; Cuccia y Caradonna, 2009). Sin embargo, existe una considerable controversia sobre si las correlaciones observadas en los estudios experimentales son realmente de relevancia clínica.

De acuerdo con esta hipótesis, las alteraciones funcionales (por ejemplo, en la masticación y deglución) de los músculos masticatorios pueden transmitirse a la musculatura distal a lo largo de "cadenas musculares". Los trastornos masticatorios, por lo tanto, pueden provocar asimetrías posturales y/o condiciones de dolor, que afectan en particular a la musculatura de la cabeza y el cuello, el hombro, la parte inferior de la espalda y la pierna. Valentino et al. (1991) utilizaron la electromiografía para revelar una relación funcional entre los músculos de la masticación y los músculos de las piernas, después de crear artificialmente una disfunción oclusal interdental (Valentino, Fabozzo y Melito, 1991).

También se ha sugerido que esta cadena etiológica de eventos puede revertirse (Farella, Michelotti, Pellegrino, Giani y Martina, 2005), a través del concepto de cadena cinética, es decir, que el movimiento coordinado deriva energía desde la extremidad inferior a través del tronco hasta la extremidad superior (Burkhart, Morgan y Kibler, 2003), a través de la secuencia coordinada de los segmentos. Por lo tanto, se requiere la activación secuencial de las extremidades inferiores, la pelvis y los músculos del tronco para facilitar la transferencia de las fuerzas apropiadas de estos segmentos del cuerpo a las extremidades superiores (Kaur et al., 2014). Varios estudios han informado que la disfunción biomecánica del tronco o extremidades inferiores, incluyendo la estabilidad del core, el rango de movimiento de la cadera y la postura del pie, están relacionadas con lesiones de codo y hombro (Feigenbaum, Roach, Kaplan, Lesniak y Cunningham, 2013; Pontillo, Spinelli y Sennett, 2014). La postura corporal se puede definir como la alineación del torso y la cabeza con respecto a la gravedad, la base de apoyo, el campo visual y las referencias internas. Por lo tanto, la postura corporal es un momento estático con períodos

muy limitados de oscilación, mientras que el equilibrio del cuerpo, es un momento dinámico que puede mantenerse incluso con una oscilación mayor o menor del cuerpo (Roggia et al., 2016). La actitud postural se refiere a la postura general de las articulaciones en el cuerpo en cualquier momento dado, mientras que la alineación postural estática se refiere a la posición de varias articulaciones y segmentos corporales. Las alteraciones posturales pueden afectar a varios sistemas corporales, incluyendo el sistema estomatognático (Fuentes Fernández et al., 2016) , y se sabe que las patologías relacionadas con la postura afectan a diferentes partes del cuerpo. Por lo tanto, el sistema dental podría estar influenciado por trastornos de la columna cervical (Smailienė, Intienė, Dobradziejutė y Kušleika, 2017), la inclinación pélvica, lordótica y torácica (Lippold et al., 2006), la rotación pélvica (Lippold, Danesh, Hoppe, Drerup y Hackenberg, 2007), y alteraciones del equilibrio muscular corporal que podrían influir en la posición mandibular y la morfología facial (Ferrario, Sforza, Schmitz y Taroni, 1996).

Estas afirmaciones están generando mucha controversia en la literatura científica actual, pero no es motivo de este estudio valorar la validez de las correlaciones experimentales y/o clínicas entre la postura corporal y el sistema estomatognático, sino que queremos intentar correlacionar dos variables con validez y fiabilidad adecuadas. La variable podológica utilizada no es posturoológica sino que nos da información de la posición del pie y esta a su vez puede afectar a los ejes de carga del miembro inferior.

El pie está sujeto a muchas alteraciones posibles que afectan al apoyo plantar. Las alteraciones del pie pueden comprometer el plano transversal, frontal o sagital. Las alteraciones del plano transversal incluyen el pie abducto y aducto. Con respecto a las alteraciones en el plano frontal, el pie puede ser varo o valgo. En el plano sagital, las alteraciones pueden producir pie talo o equino (de la Fuente et al., 2003). Por otro lado, la oclusión dental se refiere a la alineación de los dientes y a la posición intercuspídea. La maloclusión puede afectar varias funciones, incluida la estética facial y el estado del sistema estomatognático. La maloclusión se define como una desviación de la organización dental adecuada, y puede ocurrir durante el desarrollo craneofacial. La clasificación de maloclusiones fue propuesta por primera vez

por Edward Angle (Angle, 1899), basada en la posición anteroposterior del primer molar, cuya maloclusión puede afectar las relaciones esqueléticas. Las alteraciones pueden ocurrir en el plano vertical, sagital o transversal. La etiología de la maloclusión es multifactorial y está sujeta a la influencia de factores ambientales y genéticos. La prevalencia de alteraciones oclusales en la posición anteroposterior se ha determinado en varias poblaciones adolescentes, reportando valores de 70% en los EE. UU., 77% en Venezuela y 88% en Colombia. En Europa, la maloclusión más prevalente es la Clase I (oclusión molar normal) (79% de los casos), seguida de la Clase II (distooclusión) (18%) y la clase III (mesiooclusión) (3%), en muestra similar a la del presente estudio, niños con dentición mixta (Perinetti, Cordella, Pellegrini y Esposito, 2008; Bermúdez et al., 2011; Steinmassl, Steinmassl, Schwarz y Crismani, 2017).

Según la Organización Mundial de la Salud, las maloclusiones son la tercera alteración oral más prevalente entre los adultos, después de la caries y la enfermedad periodontal. Sin embargo, para la población pediátrica a nivel mundial, ocupa el segundo lugar en prevalencia, precedido solo por la caries dental (OMS, 1997). Otros autores afirman que la maloclusión es frecuente en los niños y la prevalencia en diferentes grupos de edad oscila entre el 20% y el 93% (Kasparaviciene et al., 2014). Además, es posible llegar al diagnóstico de la relación anteroposterior establecida entre los arcos dentales en el momento de la dentición primaria completa (Traldi, Valdrighi, de Souza y Vedovello, 2015). El rango de alteraciones posturales que se pueden compensar fácilmente es mayor en individuos sanos que en pacientes con problemas oclusales (Ferrario et al., 1996). Actualmente, la mayoría de los datos publicados en este campo se refieren a los efectos de la oclusión dental en la cabeza y la postura corporal (Manfredini, Castroflorio, Perinetti y Guardanardini, 2012) (Gogola et al., 2014) (Aranitasi, Tarazona, Zamora, Gandía y Paredes, 2017), y muy escasa la información disponible sobre los efectos inversos de la postura sobre la maloclusión dental (Valentino et al., 1991) (Valentino et al., 2002).

Existen otros muchos factores de riesgo de las maloclusiones a parte de los hábitos bucales deformantes, como las alteraciones de las características

morfofuncionales de la oclusión temporal (ausencia de diastemas en arcada superior y/o inferior, apiñamiento dentario inferior y/o superior, líneas medias no coincidente, etc.), los agentes físicos postnatales de origen dentario (pérdida prematura de molares temporales, pérdida prematura de otros dientes temporales, trauma con pérdida de dientes anteriores, caries proximales, etc.), (Cepero et al., 2010). Los resultados obtenidos por otros autores revelaron que solo la etnia se asoció con el patrón facial (variable que no tuvimos en cuenta en el presente estudio). La relación sagital establecida entre los arcos dentales no tenía relación con el origen étnico (Traldi et al., 2015). Sin embargo, un estudio señaló un alto porcentaje de Clase I (60%) entre los caucásicos, que también muestra una alta prevalencia de niños con Clase II, lo que se debe al alto grado de mestizaje entre los niños evaluados (Oliveira Ribas et al., 2004).

Hay varias alteraciones que están asociadas con las maloclusiones dentales en los niños, incluyendo alteraciones en la estética dentofacial, la masticación, la respiración, el habla y el equilibrio físico y psicológico (Luzzi et al., 2013; Thomaz, Cangussu y Assis, 2013; Surtel, Klepacz y Wysokińska-Miszczuk, 2015; Imbaud, Mallozi, Domingos y Solé, 2016). Las principales manifestaciones clínicas de la respiración bucal aparecen en las estructuras craneofaciales. Los respiradores bucales frecuentemente sufren de maloclusiones dentales y anormalidades óseas craneofaciales. La tensión muscular crónica alrededor de la cavidad oral podría provocar la ampliación del ángulo cráneo-vertebral, la posición posterior de la mandíbula y un arco maxilar estrecho. Las alteraciones dentales más comunes son la maloclusión Clase II (total o parcial) con protrusión de los dientes anteriores, mordida cruzada (unilateral o bilateral), mordida abierta anterior y dientes apiñados primarios (Surtel et al., 2015).

Los recientes avances en el campo de la podología han llevado a un renovado interés en tratar el pie desde una visión completa de todo el cuerpo, y no aisladamente. Por lo tanto, una pregunta interesante es si existe un elemento de interrelación que pueda transmitir una disfunción craneomandibular, a través del sistema muscular, a las extremidades inferiores, y viceversa, y si es así, qué forma podría tomar esta interrelación (Ochoa, 2008). Los estudios que intentan correlacionar postura del cuerpo y patologías del sistema

temporomandibular no son concluyentes y crean controversia (Wang, Ueno, Taniguchi y Ohyama, 1996) (Sinko et al., 2006) (Munhoz y Hsing, 2014). En el presente estudio, el rango de edad fue seleccionado teniendo en cuenta que las alteraciones de la oclusión suelen comenzar en edades tempranas, estando presente aproximadamente el 50 % de maloclusiones en dentición temporal, pudiendo llegar hasta un 70 % (Cepero et al., 1995). El reconocimiento temprano (6-9 años de edad) de las maloclusiones en desarrollo y el potencial procedimiento de tratamiento ortodóncico sin complicaciones pueden minimizar o eliminar el tratamiento costoso en el futuro (Karaiskos, Wiltshire, Odlum, Brothwell y Hassard, 2005).

Además, es posible establecer la relación anteroposterior de los arcos dentales tan pronto como se complete la dentición primaria (Traldi et al., 2015), y así poder dar un primer paso para establecer un protocolo de actuación precoz y multidisciplinar en niños, y en el futuro, que facilite el tratamiento del paciente. El objetivo de este trabajo es analizar si existe alguna correlación entre la posición del pie y su huella plantar y las maloclusiones dentales en el plano anteroposterior.

2. MATERIAL Y MÉTODO

2.1 DISEÑO Y MUESTRA

Este análisis observacional, descriptivo y transversal se basa en una población de estudio de 189 niños (95 niños y 94 niñas), de entre 6 y 9 años, que fueron reclutados durante 2016, de una escuela del sector público (al cual solicitamos consentimiento para poder realizar el estudio (Anexo 1) seleccionada al azar en la provincia de Málaga, España por un generador de secuencia (<http://www.random.org>). Los participantes fueron seleccionados para este estudio consecutivamente de aquellos que cumplieron con los criterios de inclusión (ver a continuación), siguiendo la lista de verificación STROBE (Fortalecimiento de la notificación de estudios observacionales en epidemiología).

Los padres/madres/tutores fueron informados previamente sobre el estudio y completaron un cuestionario con los datos requeridos de los participantes (Anexo 2).

Se aplicaron los siguientes criterios de inclusión:

- (i) niños con edades entre 6 y 9 años de edad,
- (ii) consentimiento informado firmado por el padre/madre o tutor,
- (iii) los padres/tutores fueron informados previamente sobre el estudio y completaron un cuestionario con los datos requeridos sobre los participantes.

Se aplicaron los siguientes criterios de exclusión:

- (i) haber sido sometidos a intervención quirúrgica previa, tanto en miembros inferiores como en el segmento superior,
- (ii) haber sufrido traumatismos graves que modificaran la postura inicial del niño,
- (iii) haber tenido tratamientos ortodóncicos y/u ortopodológicos previos,
- (iv) no presentar erupción en boca de las piezas dentales necesarias para establecer la clasificación dentaria,

(v) la presencia de ciertos hábitos posturales (informados por los padres) tales como chuparse el dedo, chupar objetos, protrusión de la lengua, sentarse en “w” o posturas desaconsejables mientras duerme o al sentarse en clase.

Este estudio se llevó a cabo en plena conformidad con la Declaración de Helsinki sobre principios éticos para la investigación médica en seres humanos, y fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Málaga (CEUMA 26 / 2015H) (España) (Anexo 3).

El tamaño de muestra se determinó mediante la aplicación del programa EPIDAT, utilizando una muestra piloto post hoc para evaluar la potencia estadística y analizando las mediciones de posición del pie con la variable FPI, ángulo de Clarke para los parámetros de huella y para los tres grupos de maloclusión dental según la clasificación de Angle. El estudio fue diseñado para detectar cambios que exceden 0,8 (tamaño de efecto alto) para una variación de la muestra de acuerdo con la clasificación anterior, con un error tipo I de 0,05 y un error tipo II de 0,2. Este cálculo produjo un tamaño de muestra necesario de 148 sujetos, aunque en realidad se incluyeron 189, comprendiendo así la muestra post hoc utilizada para el cálculo.

Procedimiento

Los participantes fueron seleccionados entregando un cuestionario al padre/madre/tutor de los alumnos que estaban dentro del rango de edad estipulado, en la escuela elegida para este fin. Este cuestionario contenía preguntas a contestar por el padre/madre/tutor sobre hábitos posturales de los niños tanto a nivel bucal como de la extremidad inferior, tales como succión digital, respiración bucal, roncar al dormir, traumatismos previos, tratamientos ortodóncicos previos, posiciones en W de las piernas al sentarse, uso de soportes plantares, que forman parte de los criterios de inclusión/exclusión aplicados en este estudio.

Los niños/as que pasaban a ser valorados por el ortodoncista y podólogo podían ser excluidos del estudio por no presentar las piezas dentales necesarias para ser valorado.

Para mayor control del pie se midieron dos medidas una de posición del pie con el fin de detectar alteraciones en los tres planos y una de huella plantar con fin de observar exclusivamente el aspecto de apoyo y determinar si alguno de estos parámetros era más determinante en el estudio.

Foot Posture Index

Las variables a estudiar relacionadas con el pie fueron, el Foot Posture Index (FPI) , medido por un podólogo experimentado en el uso de esta herramienta para todos los participantes, y cegado en los resultados obtenidos por el ortodoncista (AMR). Con una medida intraobservador de ICC 0,95-0,98. Esta herramienta de medida ha demostrado una buena fiabilidad intraobservador en estudio anteriores (coeficiente de correlación ICC = 0,893-0,958) (Luque-Suarez et al., 2014). El Índice de postura del pie es una herramienta de evaluación clínica de seis puntos utilizada para evaluar la postura del pie (Redmond et al., 2008), con una validez aceptable (Keenan, Redmond, Horton, Conaghan y Tennant, 2007). El índice de postura del pie evalúa la naturaleza multisegmentaria de la postura del pie en los tres planos, y no requiere el uso de equipo especializado. Cada punto del Índice se puntúa entre -2 y +2, para dar un total entre -12 (altamente supinado) y +12 (altamente pronado). Las mediciones de FPI se recogieron al inicio del estudio para clasificar los resultados en supinados (-12 a -1), neutros (0 a +5), pronados (+6 a +8) y altamente pronados (+9 a +12) (Gijon-Nogueron et al., 2016). Los puntos incluyen: palpación cabeza del astrágalo, curvas supra-infra maleolar lateral, inversión/eversión de calcáneo, prominencia talonavicular, congruencia del arco longitudinal interno y abducción/aducción del antepié respecto al retropié (Figura 25). Los participantes fueron evaluados en posición de bipedestación relajada, sobre un banco de 50 centímetros de altura para facilitar la toma de las medidas.

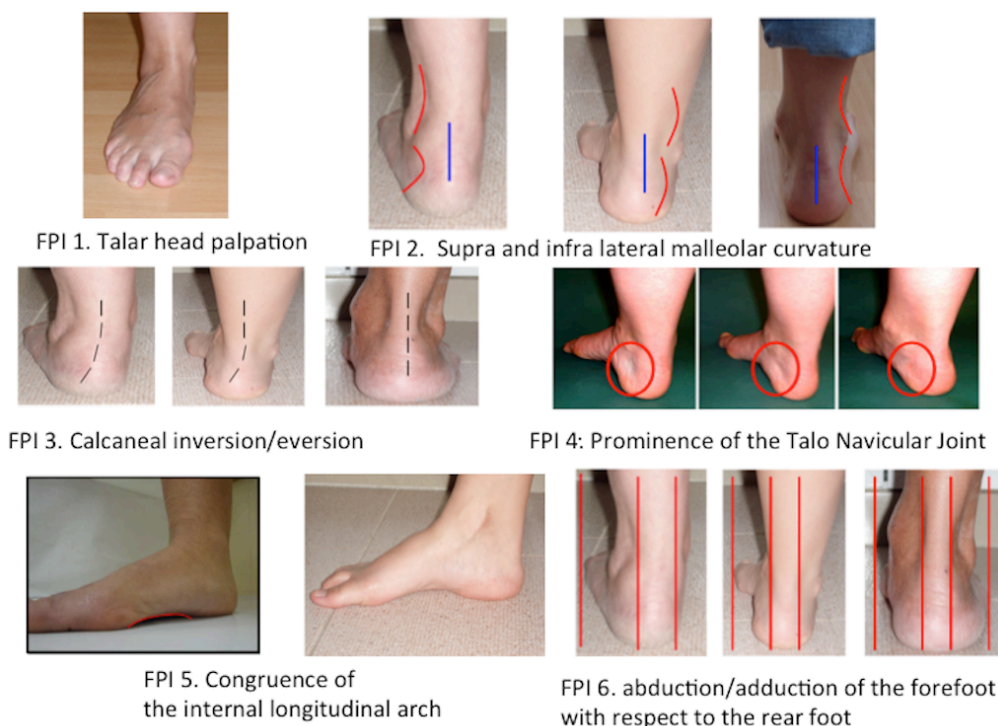


Figura 25. Puntos que se incluyen en la medición de FPI. (Tomada de Redmond, 2005).

Ángulo de Clarke

La segunda medida utilizada a nivel podológico fue el ángulo de Clarke el cuál se obtuvo dibujando, sobre una pedigrafía de ambos pies, una línea recta hacia el interior de la huella, que se origina en el punto de contacto con la línea medial y tangencial al metatarso y al talón, y serán tangencial a la convexidad de la impresión que se localiza entre el metatarso y el istmo (Figura 26). Los valores obtenidos se clasifican en cuatro tipos de huella: Pie plano/pronado severo entre 0° - $29,9^{\circ}$, pie moderadamente plano/pronado entre 30° - $34,9^{\circ}$, pie intermedio (normal y plano fisiológico) entre 35° y 42 , pie normal (normal hacia cavo) $>42^{\circ}$ (Clarke, 1933). El ángulo de Clarke representa un coeficiente de fiabilidad de 0,97 computado por test duplicado (Diéguez, Sánchez, Sánchez y Martínez-López, 2011) y ha sido utilizado en el ámbito pediátrico (Forriol y Pascual, 1990) (Stavlas, Grivas, Michas, Vasiliadis y Polyzois, 2005a) y validado en este mismo tipo de población (Reel, Rouse, Vernon y Doherty, 2010) (Gutiérrez-Vilahú, Massó-Ortigosa, Costa-Tutusaus y Guerra-Balic, 2015).



Figura 26. Representación del ángulo de Clarke.

Clasificación dentaria de Angle

En la cavidad bucal se valoraron las maloclusiones dentales anteroposteriores, a través de la clasificación dentaria de Angle, en la que se puede determinar la relación anteroposterior entre la arcada superior e inferior, dando Clases tipo I, II y III y se la puede considerar a nivel molar y/o canino (Angle, 1899) (Gregoret, Tuber y da Fonseca, 1997; Perillo et al., 2011). En nuestro estudio, en los casos en los que los primeros molares estaban ausentes, no fueron incluidos como parte de la población a analizar para obtener una muestra más homogénea.

Esta clasificación es la siguiente:

- Clase I o normoclusión molar: Posición relativa de las arcadas dentarias normal en dirección mesio-distal, con maloclusiones normalmente limitadas a los dientes anteriores. La cúspide mesio-vestibular del primer

molar superior ocluye con el surco mesio-vestibular del primer molar inferior.

- Clase II o distoclusión: Retrusión de la arcada inferior, con oclusión distal de los dientes inferiores. El arco inferior está retraído con respecto al superior. En el sector anterior, la maloclusión puede estar presente de diferentes maneras.
- Clase III o mesioclusión: Protusión de la arcada inferior, con oclusión mesial de los dientes inferiores. El arco mandibular está adelantado, con respecto al superior. Generalmente en el sector anterior la relación está invertida: los dientes inferiores ocluyen por delante de los superiores (Angle, 1899) (Figura 27-28).



Figura 27.

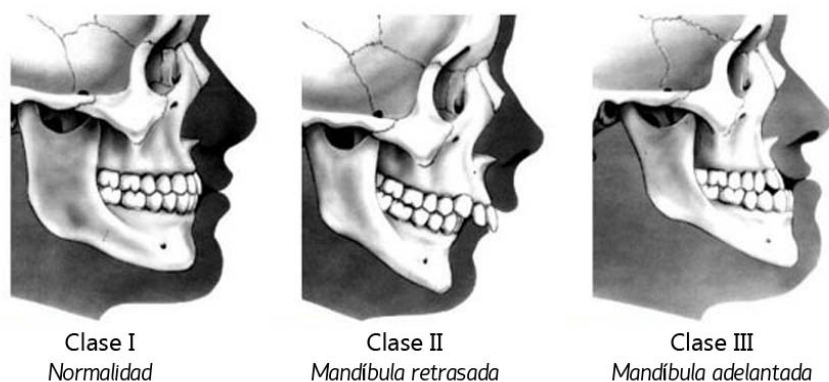


Figura 28. Distintas maloclusiones dentales según la clasificación de Angle. (Tomada de Romero, 2015).

En la cavidad bucal la recolección de datos se realizó por observación directa, por un ortodoncista experimentado en la materia con más de 20 de experiencia en el campo de la clínica privada, y cegado en los resultados podológicos (ERP), clasificando cada objeto de estudio según su oclusión dentaria.

Un único especialista de ortodoncia realizó todos los exámenes dentales para evitar el sesgo entre operadores. La fiabilidad del examinador se verificó a través de exámenes de repetición intra-examinador para 30 sujetos. Las visitas dentales fueron realizadas bajo luz natural de acuerdo con recomendaciones de la organización mundial de la salud. El examinador realizó todas las fotografías en el colegio, con la instrumentación utilizada incluyendo un espejo plano dental y una sonda. La clasificación de Angle se utiliza para las relaciones molares o caninas. Las clases molares I, II y III fueron registradas utilizando los primeros molares permanentes como dientes de referencia. En el caso de desplazamiento de media menos de lo normal, se consideró como Clase I (Perillo et al., 2011).

2.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los datos fueron analizados mediante el software informático SPSS 22.0 (SPSS Science, Chicago, Illinois). La prueba de Kolmogorov-Smirnov fue aplicada a los datos que mostraron una distribución anormal. Procediendo a realizar la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis entre las variables FPI, Clarke y clasificación dentaria de Angle. Para análisis estadístico bivalente de relación entre Clarke y FPI se utilizó la prueba de correlación de Pearson. El nivel de significación de todo el análisis estadístico se fijó en un nivel de $p < 0,05$.

3. RESULTADOS

De la muestra del estudio de 189 niños, el FPI promedio para el pie izquierdo fue de $3,47 \pm 2,38$, de los cuales el 18,5% fueron pronados y el 6,7% fueron supinados. Para el pie derecho, la media de FPI fue de $4,53 \pm 2,29$, de los cuales 31,8% fueron pronados y 3,7% supinados. El ángulo medio de Clarke para el pie izquierdo fue de $34,34^\circ \pm 5,78$, de los cuales el 29,1% fueron moderadamente planos, el 12,2% fueron planos y el 2,1% cavos. Los valores correspondientes a la media para el pie derecho fueron $33,48^\circ \pm 5,58$, con un 37,6% moderadamente plano, 16,4% plano y 2,1% cavo (Tabla 3).

	Media	DS	IC 95%	
Edad (Años)	7,76	1,05	7,61	7,91
IMC(Kg/m ²)	17,50	3,36	17,02	17,98
CA Dcho (Grados)	33,48	5,59	32,68	34,28
CA Izq (Grados)	34,35	5,79	33,52	35,18
FPI Derecho	4,54	2,29	4,22	4,87
FPI Izquierdo	3,47	2,38	3,13	3,81

Tabla 3. Características de la muestra.

De acuerdo con la clasificación dental de Angle, los participantes presentaron un 67,7% de maloclusión Clase I, un 21,7% para la Clase II y un 10,6% para la Clase III.

Los análisis de las medidas del pie registraron una buena correlación entre ambas, con $p < 0,01$ y una correlación de $-0,610$ entre las medidas del pie derecho, y $p < 0,001$ y una correlación de $-0,583$ para el pie izquierdo.

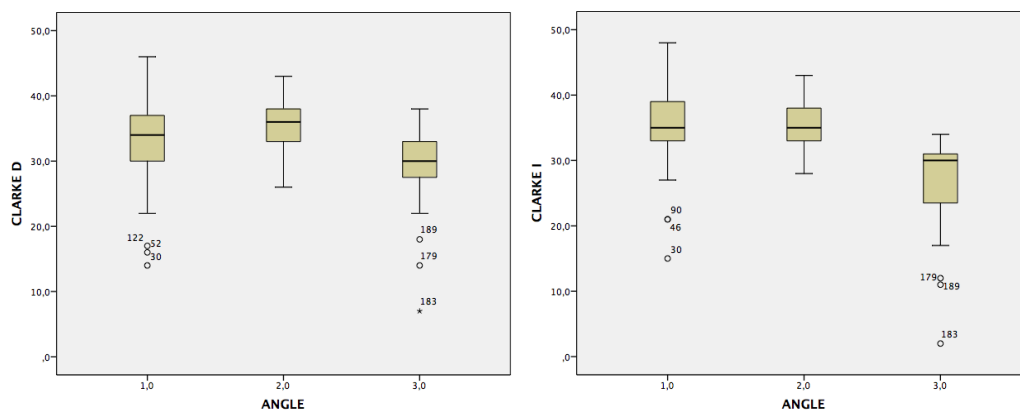
En el análisis de las variables del pie en comparación con la clasificación dentaria, se observa como existe relación tanto con el FPI izquierdo y derecho, como con el ángulo de Clarke en ambos pies, con una $p < 0,001$ en relación a la clasificación dentaria. Observando como el ángulo de Clarke disminuye con el paso de la clasificación dentaria de Clase I a III, mientras que el FPI aumenta a medida que la clasificación de Angle aumenta de la clase I a la III (Tabla 4).

		N	Media	DS	IC 95%		P-valor
CA Derecho	Angle I	128	33,69	5,07	32,80	34,58	<0,001
	Angle II	41	35,46	4,37	34,09	36,84	
	Angle III	20	28,10	7,59	24,55	31,65	
CA Izquierdo	Angle I	128	35,30	4,63	34,49	36,11	<0,001
	Angle II	41	35,32	3,69	34,15	36,48	
	Angle III	20	26,30	9,12	22,03	30,57	
FPI Derecho	Angle I	127	4,49	1,93	4,15	4,83	<0,001
	Angle II	41	3,63	2,67	2,79	4,48	
	Angle III	20	6,70	2,32	5,62	7,79	
FPI Izquierdo	Angle I	128	3,06	1,93	2,72	3,39	<0,001
	Angle II	41	3,17	2,39	2,42	3,92	
	Angle III	20	6,75	2,53	5,57	7,94	

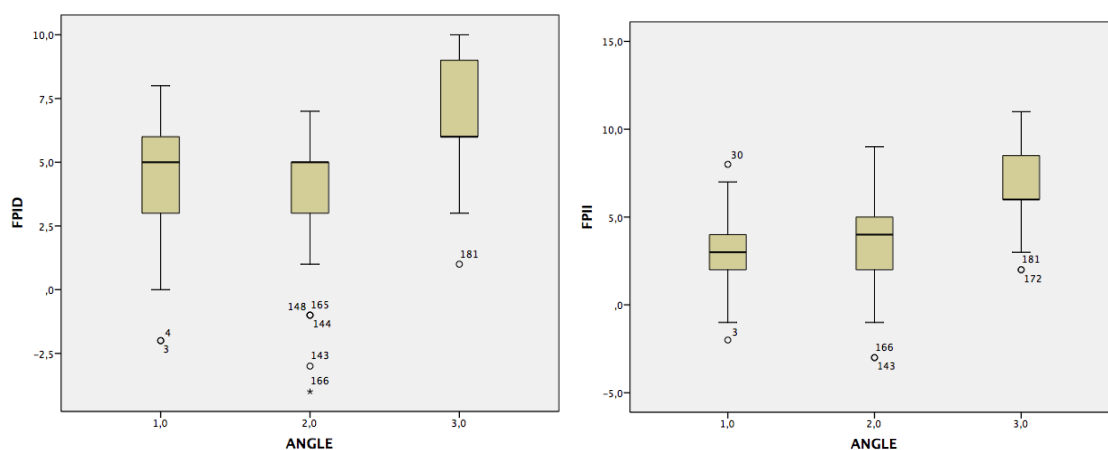
Tabla 4. Relación de las variables podológicas con la variable dental.

De los 13 pies supinados (6.7% del total), 8 fueron Clase I y 5 fueron Clase II en la clasificación dentaria de Angle. De los pies supinados, 38.46% fueron Clase II en la clasificación dentaria de Angle, mientras que ninguno fue Clase III (Figuras 29, 30, 31 y 32).

De los 35 pies pronados con FPI, 17 fueron Clase III, 15 Clase I y 3 Clase II. De los 35 pies pronados, el 48.57% presentó Clase III en la clasificación dentaria de Angle, 42.85% presentó Clase I y 8.57% Clase II (Figuras 31 y 32).



Figuras 29-30. Diagrama de caja y bigotes. Relación de CA con clasificación dentaria según Angle.



Figuras 31-32. Diagrama de caja y bigotes. Relación de FPI con clasificación dentaria según Angle.

De los 20 sujetos de estudio que presentaron Clase III en la clasificación dentaria de Angle (10.6% de la población estudiada), el 85% presentó un FPI con valores por encima de 5, es decir, con los pies pronados tanto para pie izquierdo como derecho (Figura 33).



Class III

FPI with value above 5

Figura 33. Paciente del estudio que presenta Clase III de maloclusión dental y un FPI por encima de 5.

4. DISCUSIÓN

La hipótesis es que puede haber una relación entre las variables estudiadas, aparentemente desconectadas, como las maloclusiones dentales y la posición del pie. Si esto fuera así, se deberían realizar más estudios para diseñar un protocolo de actuación sanitaria multidisciplinario y así facilitar el diagnóstico y el tratamiento precoces. Este estudio aborda un tema que es de gran interés en una amplia gama de campos, especialmente nos atañe la podología, pero recientemente ha atraído la atención de la investigación.

Los recientes avances en el campo de la podología han llevado a un renovado interés en tratar el pie desde una visión holística del cuerpo, y no como un segmento aislado. El objetivo de este estudio es examinar si existe alguna correlación entre la posición del pie, la huella plantar y las maloclusiones dentales en el plano anteroposterior en niños de 6 a 9 años.

Este rango de edad fue seleccionado teniendo en cuenta que las alteraciones de la oclusión suelen comenzar en edades tempranas, estando presente aproximadamente el 50 % de maloclusiones en dentición temporal, pudiendo llegar hasta un 70 % (Cepero et al., 1995). El reconocimiento temprano (6-9 años de edad) de las maloclusiones en desarrollo y el potencial procedimiento de tratamiento ortodóncico sin complicaciones pueden minimizar o eliminar el tratamiento costoso en el futuro (Karaiskos et al., 2005). Además, es posible establecer la relación anteroposterior de los arcos dentales tan pronto como se complete la dentición primaria (Traldi et al., 2015).

Teniendo en cuenta que no se han llevado a cabo estudios previos para analizar este tema (posición del pie valorada mediante FPI junto a maloclusión dental), buscamos investigar la fuente del problema, ya que una de las preguntas planteadas es la dirección de la relación, es decir, ascendente o descendente. En el estudio, los pies supinados constituyeron el 6.7% de la muestra del estudio (13 niños), y de éstos el 38.46% presentó una clasificación dentaria de Angle de Clase II, mientras que ninguno presentó Clase III. Desde el punto de vista de las cadenas cinéticas, se ha demostrado que la disfunción temporomandibular puede estar relacionada con problemas de espalda, dolor

de cabeza y desalineación postural craneocervical (Shiau y Chai, 1990; Ferrario et al., 1996; Chaves et al., 2014).

De los 35 pies pronados en nuestra muestra de estudio, el 48.57% presentaba una clasificación de Anlge Clase III y el 8.57% fue de Clase II. En 2013, Novo et al. (Novo, Changir y Quirós, 2013) informaron que cuando hay una Clase II o Clase III, los niños adoptan posiciones que les permiten compensar su retracción o protrusión mandibular, respectivamente, buscando un equilibrio postural. Existe mucha bibliografía que relacione el aparato estomatognático con la postura corporal (Yoshino, Higashi y Nakamura, 2003; Cuccia, 2011; El Hage et al., 2013; Roggia et al., 2016), pero se han realizado pocos estudios para considerar posibles relaciones con segmentos más distantes relacionando variables con validez y fiabilidad adecuadas en ambos segmentos; entre estos, Rothbart (Rothbart, 2008) examinó la relación entre los pies pronados, los huesos innominados y las dimensiones faciales verticales, y observó una relación positiva entre los pies relativamente pronados, la rotación anterior de la cadera y un acortamiento de la dimensión facial vertical. Valentino et al. (Valentino et al., 2002) encuentra correlación entre el plano oclusal interdental y la musculatura de los arcos plantares, y lo realiza con el uso de electromiografías.

Nuestros resultados sugieren que puede existir una fuerte relación entre la posición del pie y la huella plantar, por un lado, y las alteraciones de la oclusión dental en el plano sagital, aunque debido a la escasez de investigaciones sobre esta cuestión solo podemos especular sobre la causa real de esta relación. Se requiere un estudio adicional, más profundo de estos resultados, utilizando pruebas electromiográficas o análisis del movimiento, para determinar la relación de las variables. Otro estudio analizó a 298 niños de 5-10 años y evaluó la huella marcando la planta del pie con tinta y examinando las áreas de máximo apoyo en papel (Novo et al., 2013). Nuestro estudio utilizó el ángulo de Clarke, definido en la literatura científica (Diéguez et al., 2011). Un enfoque similar fue tomado por Cuccia (Cuccia, 2011), que evaluó la huella usando una plataforma de presión, en un estudio de 84 sujetos con disfunción temporomandibular y un grupo control de 84 sin dicha alteración. Encontrando

diferencias en el arco plantar entre los grupos de casos y control, y planteando la misma problemática de medida que en el estudio anterior discutido.

Otros estudios realizados se basaron en un único caso clínico, como los de Baldini (Baldini, 2010) y Rivero (Rivero, Flores, Contreras y Guadarrama Quiroz, 2012). El primero de ellos analizó un caso clínico de disfunción del aparato estomatognático y su relación con el equilibrio postural, medido en una plataforma de fuerza después de la aplicación de una férula intraoral. El segundo trabajo analizó la presencia de un mayor apoyo en el lado derecho del retropié en un paciente con maloclusión Clase III.

Según Cuccia y Caradonna (Cuccia y Caradonna, 2009), varios estudios sugieren que diferentes posiciones mandibulares favorecen cambios en la postura corporal, afectando la posición del centro de presión del pie y la estabilidad de la marcha (Nobili y Adversi, 1996) (Bracco, Deregibus y Piscetta, 2004). Estos hallazgos son similares a los nuestros, pero se obtuvieron usando diferentes instrumentos. Chessa et al. (Chessa, Capobianco y Lai, 2002) utilizaron una plataforma estabilimétrica para evaluar los cambios en la postura en pacientes con trastornos cráneo-cervico-mandibulares antes y después del tratamiento para la maloclusión. El análisis estabilimétrico mostró que la adopción de la placa para la maloclusión permitió el reequilibrio del sistema postural, sin afectar el sistema visual. Después del tratamiento, el 64% de los pacientes experimentó la remisión de los síntomas del dolor con la terapia ortótica, concluyendo que la relación entre la maloclusión y la postura debe verse desde un punto de vista holístico para obtener un resultado terapéutico global.

En el presente estudio, aunque se encontraron ciertas asociaciones, la evidencia fue insuficiente para demostrar una relación causa-efecto, debido a la no consideración de las variables de confusión que pudieron haber influido en los resultados obtenidos.

En consecuencia, nuestros hallazgos deben considerarse con cautela y teniendo en cuenta que este es un primer estudio observacional de corte transversal realizado en niños en el que una limitación importante de nuestro análisis podría ser los efectos del crecimiento. Pero entendiendo que es a partir

de los 6 años cuando se empiezan a aplicar tratamientos tanto a nivel odontológico como podológico, encontrar la muestra limitaría nuestra búsqueda, además de intentar poder dar tratamiento a todos aquellos niños que lo requiriesen en una edad adecuada. Además tuvimos en cuenta que es posible llegar al diagnóstico de la relación anteroposterior establecida entre los arcos dentales en el momento de la dentición primaria completa sin necesidad de esperar la dentición mixta (Traldi et al., 2015). Otras de las limitaciones pudo ser la ausencia de un análisis cefalométrico. Tal análisis, obviamente, proporcionaría información imposible de obtener por otros medios, pero el objetivo de este estudio fue observar la maloclusión dental y no esquelética, conceptos claramente diferenciados. Por lo tanto, decidimos no realizar estudios radiográficos de esta población, ya que la información sobre la maloclusión dental se puede obtener de forma observacional.

No se incluyeron como variables de estudio la dimensión facial vertical, ni el peso corporal de los participantes ni el tipo de morfología del cuerpo. Puede ser útil introducir estas variables en futuras investigaciones para determinar si son relevantes para los resultados obtenidos.

En el caso de obtener una relación directa entre las variables estudiadas podríamos dar un primer paso para establecer un tratamiento equilibrado y multidisciplinar que asegurase el éxito de ese tratamiento, elaborando un protocolo de actuación precoz entre profesionales. Todas las actuaciones clínicas, sobre alteraciones funcionales, en edades de picos de crecimiento son importantes para que no lleguen a consolidarse.

La experiencia ha demostrado que el tratamiento de las maloclusiones en edades tempranas es eficiente y con resultados más estables que en edades más avanzadas, no olvidemos que es posible llegar al diagnóstico de la relación anteroposterior establecida entre los arcos dentales en el momento de la dentición primaria completa sin necesidad de esperar la dentición mixta. A nivel podológico, es a partir de los seis años cuando se pierden los valores fisiológicos y podemos establecer valores más fiables.

Dada la escasa literatura disponible sobre este tema de investigación y la controversia que genera, se debe realizar una revisión sistemática para evaluar

el conocimiento actual disponible de las preguntas que consideramos. Tal revisión podría sentar las bases sólidas para una investigación más extensa.

Además, se necesita un estudio a más largo plazo para tener en cuenta los efectos del crecimiento natural; alternativamente, se debe considerar una población de estudio con un rango de edad más amplio, y con monitoreo a medio plazo para que la evolución de los participantes se pueda determinar adecuadamente. Otras variables relevantes que podrían considerarse en futuras investigaciones serían el índice de masa corporal, el sexo, la etnia y el nivel de actividad física. Como el conocimiento de este tema es actualmente tan limitado, este enfoque ampliado agregaría un gran valor a los resultados que presentamos.

Este estudio inicial pretende indicar las direcciones útiles para futuras investigaciones más amplias, superando las limitaciones de nuestro trabajo y avanzando para llegar a una conclusión definitiva con respecto a las correlaciones entre las variables estudiadas.

5. CONCLUSIONES

Sugerimos que puede haber una relación entre el ángulo de Clarke, por un lado, y el FPI, por otro, con la maloclusión dental estudiada, de modo que el ángulo de Clarke tiende a disminuir a medida que la clasificación dentaria de Angle se mueve de Clase I a III, mientras que el FPI es mayor a medida que la clasificación dentaria de Angle se mueve de Clase I a III. Ningún sujeto de nuestra población de estudio tenía un pie supinado asociado con una Clase III de Angle, mientras que alrededor del 50% de los pies pronados se asociaron con una Clase III de Angle.

CAPÍTULO IV:

**RELACIÓN DE LA HUELLA
PLANTAR CON LA POSICIÓN DEL
PIE EN POBLACIÓN INFANTIL:
ESTUDIO TRANSVERSAL**

1. INTRODUCCIÓN
2. MATERIAL Y MÉTODO
 - 2.1 DISEÑO DE LA MUESTRA
 - 2.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO
3. RESULTADOS
4. DISCUSIÓN
5. CONCLUSIONES

1. INTRODUCCIÓN

El pie humano tiene como funciones básicas la sustentación del peso corporal, la postura bípeda y la locomoción (Perry y Davids, 1992) (Gabielli, Olave, del Sol, Mandiola y Rodrigues, 1999). La funcionalidad del pie humano está claramente influenciada por su estructura, sobre todo por la conformación de su arco interno, ya que gracias a la forma de cúpula de la bóveda plantar y sus puntos de apoyo en talón y metatarsianos, es capaz de soportar todo el peso de nuestro cuerpo sin hundirse (Cashmere, Smith y Hunt, 1999). Además, la altura del arco longitudinal interno tiene influencia sobre otras estructuras del cuerpo, como la espalda o la movilidad de toda la extremidad inferior (Diéguez et al., 2011) (Castro-Méndez, Munuera y Albornoz-Cabello, 2013).

Las alteraciones de las morfologías del pie como el pie plano o el pie cavo han sido medidas mediante el análisis de la huella plantar o mediante diagnóstico radiológico. La evaluación de la huella es un método ampliamente utilizado para la determinación de la morfología del pie, pero su eficacia y validez son objeto de polémica (Stavlas, Grivas, Michas, Vasiliadis y Polyzois, 2005b). Fueron Schwartz et al. los primeros que trazaron un ángulo sobre la huella plantar con objeto de estudiar la patología del pie relacionadas con un mayor o menor aplanamiento de la huella plantar (Schwartz, Britten y Thompson, 1928).

Posteriormente aparecen otros parámetros que valoran la huella plantar y que siguen siendo utilizados actualmente en el diagnóstico clínico, como son el ángulo de Clarke, el índice de Chippaux-Smirak o el índice de arco Staheli (Pita-Fernández et al., 2015).

Sin duda es la huella plantar la más usada en diagnóstico clínico y dentro de ella se han establecido todos los índices y ángulos indicados, entre otros. Pero la medición de la postura del pie se considera ampliamente un componente importante del examen musculoesquelético en la práctica clínica y la investigación, ya que las variaciones que se han encontrado en la postura del pie influyen en la cinemática de la marcha de los miembros inferiores, la actividad muscular, el equilibrio, capacidad funcional, y la predisposición a la lesión por sobreuso (Menz, Fotoohabadi, Wee y Spink, 2012).

En los últimos años han ido apareciendo nuevas medidas que no solo plantean la huella como método de análisis del pie; los conceptos de pronación y supinación (Redmond et al., 2008), momentos de momentos de fuerzas (Kirby, 2000) o stress de los tejidos (McPoil y Hunt, 1995) han aumentado el nivel en la evaluación del pie, siendo imprescindible para evaluar su influencia en patologías o lesiones musculoesqueléticas de la extremidad inferior (Redmond, Crosbie y Ouvrier, 2006).

A pesar de los avances en el campo de la biomecánica del pie y la extremidad inferior, no existe un consenso general acerca de qué método es más válido utilizar para medir la huella del pie y su posición, o si deberían utilizarse conjuntamente, debiendo determinar si dos de las herramientas más utilizadas en consulta para evaluar el pie pediátrico (ángulo de Clarke e índice de postura del pie), pueden estar relacionadas entre sí, aportándonos así la misma información o complementaria, o si por el contrario entran en conflicto.

En consecuencia, el propósito de este trabajo es establecer la posible relación entre huella plantar medida mediante el ángulo de Clarke (CA) con la posición del pie medida con el Foot Posture Index (FPI).

2. MATERIAL Y MÉTODO

2.1 DISEÑO Y MUESTRA

Este estudio transversal involucró a 316 niños (153 niños y 163 niñas) de entre 6 y 9 años. Las mediciones se tomaron durante 2015, en 2 escuelas seleccionadas al azar de 25 ubicadas en las provincias de Málaga (España). La edad promedio de la muestra fue de 7.56 años en los niños (SD 0.97) y 7.57 años en las niñas (SD 0.94). El índice de masa corporal (IMC) promedio de los niños fue de 18.15 (SD 3.65 kg / m²) en los niños y 17.36 (SD 3.06 kg / m²) (Tabla 5).

	Niñas			
	Media	I.C.95%		SD
Edad (Años)	7.57	7.42	7.72	.949
Altura (Metr)	1.2929	1.2782	1.3075	.09479
Peso (Kg)	29.326	28.264	30.389	6.8672
IMC(Kg/m2)	17.360	16.8857	17.8354	3.06984

	Niños			
	Media	I.C.95%		SD
Edad (Años)	7.56	7.40	7.71	.973
Altura (Metr)	1.3068	1.2939	1.3197	.08095
Peso (Kg)	31.558	30.282	32.834	7.9884
IMC (Kg/m2)	18.1539	17.5696	18.7382	3.65830

Tabla 5. Características de la muestra.

Los padres/madres/tutores fueron informados previamente sobre el estudio y completaron un cuestionario con los datos requeridos de los participantes (Anexo 2).

Se aplicó el siguiente criterio de inclusión:

- (i) niños con edades comprendidas entre 6 y 9 años de edad.

Se aplicaron los siguientes criterios de exclusión:

- (i) la presencia de dolor en el pie en el momento del examen físico,
- (ii) lesión en los miembros inferiores, como lesiones musculoesqueléticas durante los seis meses previos,
- (iii) anomalías congénitas estructurales,
- (iv) parálisis cerebral,
- (v) disfunción motora o
- (vi) cirugía previa que afecte el pie.

Este estudio se llevó a cabo en plena conformidad con la Declaración de Helsinki sobre principios éticos para la investigación médica en seres humanos, y fue aprobado por el Comité de Ética de la Universidad de Málaga (CEUMA 26 / 2015H) (España) (Anexo 3).

Procedimiento

La postura del pie se evaluó midiendo el FPI con los sujetos descalzos, en una posición relajada de pie en un banco a 50 cm por encima del suelo para facilitar la inspección visual y manual. El FPI consta de los siguientes seis ítems que se refieren a la posición del antepié, el mediopié y el retropié, y los tres planos de movimiento: 1) palpación de la cabeza del astrágalo; 2) simetría de la curvatura supra e infra maleolar lateral; 3) inversión / eversión del calcáneo; 4) prominencia en la región de la articulación astrágalo-escafoidea; 5) altura del arco longitudinal medial; 6) abducción / aducción del antepié. El FPI así obtenido oscila entre -12 (altamente supinado) y +12 puntos (altamente pronado) (Redmond et al., 2006). La confiabilidad entre observadores para el FPI en la población pediátrica se refleja en el valor Kappa ponderado consistente obtenido (ICC 0.85-0.89) en una muestra de niños de 6-12 años (Gijon-Nogueron et al., 2016). En nuestro estudio, los valores de FPI fueron medidos por dos podólogos (JMA y AMR) con experiencia en el uso de este instrumento. Se registró una buena fiabilidad interobservador con el coeficiente de correlación intraclase (ICC 0.897-0.918). Ambos podólogos fueron cegados

mediante el uso de una pantalla plegable, que se colocó entre el sujeto y el asesor, y solo eran visibles el pie y 10 cm de la pierna. Los participantes fueron evaluados en una posición relajada de pie, en un banco de 50 cm de altura para permitir la inspección visual y manual. En todos los demás aspectos de medición, se utilizó el protocolo descrito por Redmond et al. en su manual formateado de FPI (Redmond, 2005) .

La segunda medida utilizada a nivel podológico con relación a la huella plantar fue el ángulo de Clarke, el cual se obtuvo dibujando, sobre una pedigrafía de ambos pies, una línea recta del punto más prominente del antepié con el punto más prominente del retropié, y otra línea recta desde el punto más profundo del istmo al punto más prominente del antepié. Los valores obtenidos se clasifican en cuatro tipos de huella: Pie plano/pronado severo entre 0° - 29.9° , pie moderadamente plano/pronado entre 30° - 34.9° , pie intermedio (normal y plano fisiológico) entre 35° y 42° , pie normal (normal hacia cavo) $>42^{\circ}$ (Clarke, 1933). El ángulo de Clarke representa un coeficiente de fiabilidad de 0.97 computado por test duplicado (Diéguez et al., 2011).

Cálculo de la muestra

El tamaño de la muestra se determinó mediante la aplicación del programa EPIDAT 4.1, utilizando una muestra piloto post hoc para evaluar la potencia estadística y analizando las mediciones de la postura del pie mediante el FPI y el ángulo de Clarke para los parámetros de la huella. El estudio fue diseñado para detectar cambios que exceden 0,8 (tamaño de efecto alto) para una variación de la muestra de acuerdo con la clasificación anterior, con un error tipo I de 0,05 y un error tipo II de 0,2. Este cálculo produjo un tamaño de muestra necesario de 289 sujetos, aunque de hecho se incluyeron 316, comprendiendo así la muestra post hoc utilizada para el cálculo.



2.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico se realizó con el software SPSS.23 (SPSS Inc., EE. UU.). El análisis del coeficiente de correlación intraclase (ICC) se llevó a cabo para comparar la fiabilidad inter-evaluador entre los podólogos. Después de verificar la normalidad de la distribución (Kolmogorov-Smirnov) y la homogeneidad de los datos (Levene) que no se distribuyeron normalmente en la muestra, se usaron estadísticas descriptivas para caracterizar el FPI y el ángulo de Clarke. El coeficiente de correlación de Pearson se determinó para las variables continuas, y chi cuadrado para las variables cualitativas. El nivel de significación estadística se estableció en $p < 0,05$.

3. RESULTADOS

De la muestra de 316 niños (163 niñas y 153 niños) analizados se observó una media de FPI para el pie izquierdo en niños de 4.57 ± 2.88 y de un FPI derecho en niños de 5.22 ± 2.44 , mientras que para el FPI izquierdo en niñas las medias fueron de 4.30 ± 2.78 y de un FPI derecho en niñas de 4.81 ± 2.64 (Tabla 4).

Para el ángulo de Clarke izquierdo en niños las medias fueron de 32.17 ± 7.83 grados, la media del pie derecho fue de 31.13 ± 7.48 , mientras que en las niñas fue de 32.62 ± 7.02 para el pie izquierdo y 32.19 ± 7.05 para el derecho (Tabla 6).

Niñas				
	Media	C.I. 95%	DS	
AC Derecho	32,19	31,10	33,28	7,05
AC Izquierdo	32,62	31,53	33,70	7,03
FPI Derecho	4,81	4,40	5,22	2,64
FPI Izquierdo	4,30	3,87	4,74	2,79

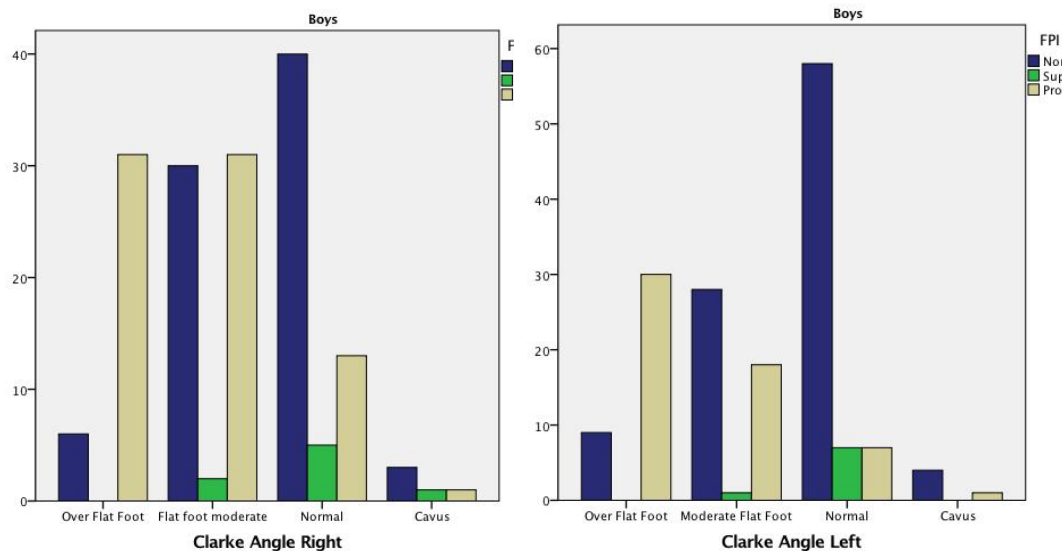
Niños				
	Media	C.I. 95%	DS	
AC Derecho	31,13	29,93	32,33	7,48
AC Izquierdo	32,17	30,92	33,43	7,83
FPI Derecho	5,23	4,84	5,62	2,44
FPI Izquierdo	4,57	4,11	5,03	2,88

Tabla 6. Media y desviación típica de ángulo de Clarke y FPI.

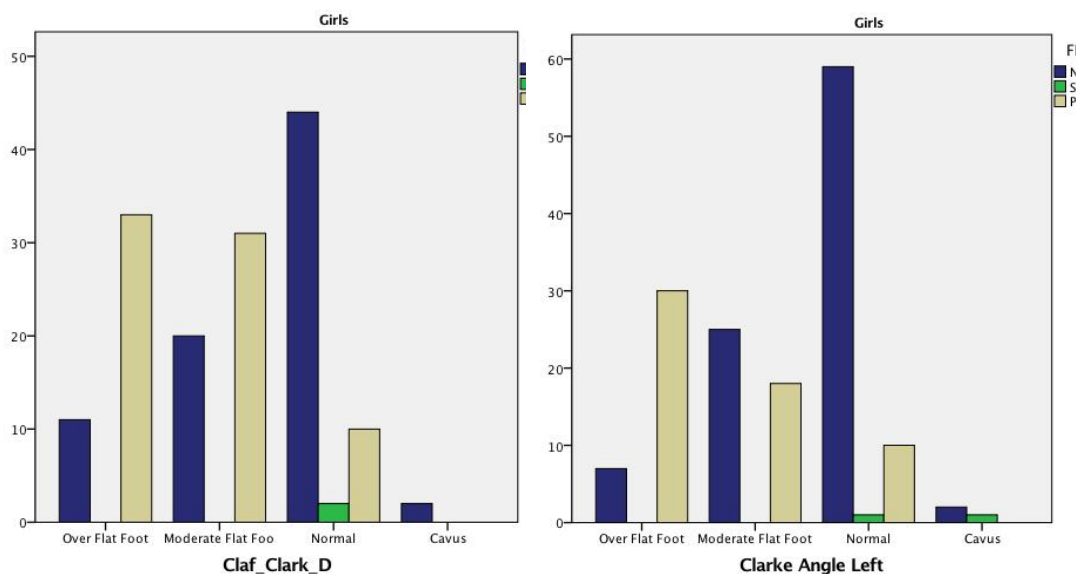
Con respecto a la relación de la postura del pie medida mediante FPI y la huella plantar, podemos observar que existe correlación negativa tanto en el cómputo global de ambos pies (-0.505 pie izquierdo y -0.494 pie derecho con una $p < 0.001$) como según sexo (-0.436 pie derecho y -0.457 pie izquierdo en niñas y -0.553 pie derecho y -0.548 pie izquierdo en niños).

A nivel de las clasificaciones de los diferentes resultados se observa como los pies cavos según Clarke están relacionado con FPI normales (73.3% de la muestra) mientras que los planos severos según Clarke (79% de la muestra)

corresponden con un FPI pronado, tanto izquierdo como derecho (Figuras 34, 35, 36 y 37). Siendo estadísticamente significativos los resultados según la prueba de Chi Cuadrado con una $p > 0.001$.



Figuras 34-35. Gráfico de barras. Relación de CA con FPI en niños.



Figuras 36-37. Gráfico de barras. Relación de CA con FPI en niñas.

Del total de niñas que presentan pies planos severos según el ángulo de Clarke, el 80,26% presentan pies pronados según FPI. Para los niños en este caso, el porcentaje es del 77,77%.

Del total de niñas con pies normales según el ángulo de Clarke, el 75,38 también lo presentan normal medidos con FPI, siendo este porcentaje para los niños del 81,74%.

Del 49,68% del total de la muestra que presentan pies planos severos según el ángulo de Clarke, casi el 79% presenta pies pronados según el FPI.

Del 81,01 % del total de la muestra que presentan pies normales según el ángulo de Clarke, el 78,51% presenta pies planos según el FPI.

4. DISCUSIÓN

Con este estudio se ha pretendido analizar la relación entre dos variables, el ángulo de Clarke, que es una variable más clínica y otra más del ámbito de la investigación como el FPI. Aunque se han encontrado hallazgos en la literatura que han cuestionado la capacidad predictiva y la utilidad de muchas de las medidas clínicas estáticas que con tanta frecuencia se ponen en uso en consulta, queremos saber si existe conexión entre la huella del pie y su posición. Los valores de las medias obtenidos para la posición obtenidos en nuestra muestra es levemente superior (4,55 en niñas y 4,85 en niños) a los obtenidos en las muestras determinadas por Gijon et al (Gijon-Nogueron et al., 2016) y Evans et al (Evans, Rome y Peet, 2012) donde la media fue de 3.74. Mientras los valores de las medias para la huella plantar en nuestra muestra se observa (32,4 en niñas y 31,65 en niños) por debajo de muestras de Forriol, con una media de 40,8 en niñas y 36 en niños (Forriol y Pascual, 1990) aunque similar a la muestra de Echarri con una media de 30,6 (Echarri y Forriol, 2003).

En la muestra tomada, podemos decir que ambas variables están relacionadas en los siguientes casos: Del total de niñas y niños que presentan pies planos severos según el ángulo de Clarke, el 80,26% presentan pies pronados según FPI en niñas y el 77,77% en niños. Y del total de niñas y niños con pies normales según el ángulo de Clarke, el 75,38 también lo presentan normal medidos con FPI en niñas y el 81,74% en niños.

No se ha encontrado evidencias en otros estudios que relacionen el ángulo de Clarke con el índice de postura del pie. Pero sí la comparación del ángulo de Clarke por un lado o del índice de postura del pie por otro con otras medidas estáticas y dinámicas.

Se puede afirmar que, según la bibliografía, las medidas dinámicas y estáticas del pie son confiables para la evaluación del arco longitudinal medial del pie en niños. La variación de las medidas del arco estático durante el día debe tenerse en cuenta. Para fines clínicos, los datos del arco estático y dinámico deben interpretarse por separado (Hollander et al., 2017).

En el estudio de Echarri y Forriol, también se relacionan tres medidas estáticas en este caso tomadas sobre una pedigrafía arrojando la misma información. Así en niños de 3 a 12 años de edad se puede observar que el ángulo de Clarke aumenta en los tres grupos de edad (3-4 años, 5-8 años y 9-12 años) en ambos sexos tanto en la población rural como en la urbana, mientras que los índices Chippaux-Smirak y Staheli disminuyeron. El ángulo de Clarke ha demostrado ser una mejor manera de demostrar la influencia del calzado en la morfología de los pies planos, mientras que el índice de Chippaux-Smirak y el índice de Staheli son más adecuados para detectar la importancia del sexo. Los tres parámetros estudiados indican la importancia de la edad en el desarrollo de la huella.

En cuanto a medidas estáticas tomadas en niños, hay estudios que dicen que los terapeutas pediátricos, médicos y ortopedistas, deberían considerar el índice de altura del arco en niños de 6 a 12 años de edad como una medida objetiva para ser usada en la investigación, para evaluar la estructura del pie, controlar el cambio en el tiempo y ayudar con el plan de tratamiento en niños (Pauk, Ihnatouski y Najafi, 2014).

Otro estudio también relaciona el ángulo de Clarke con el índice de Chippaux-Smirak en una muestra de 1676 escolares de entre 3 y 17 años de edad, observando un aumento en el Ángulo de Clarke a la vez que disminuye el Índice de Chippaux-Smirak hasta la edad de 9 años en ambos sexos y ambos pies, por lo tanto, los valores son consistentes (Forriol y Pascual, 1990).

En contraposición a este hallazgo, recientemente, González Martín realizó un estudio con el objetivo de determinar la concordancia entre el ángulo de Clarke y el índice de Chippaux-Smirak, para determinar la validez del ángulo de Clarke utilizando como referencia el índice de Chippaux-Smirak. La concordancia entre los índices estudiados para el diagnóstico de la patología del arco plantar es reducida. Existe a su vez una reducida sensibilidad del ángulo de Clarke para el diagnóstico de pie plano, utilizando como referencia el índice de Chippaux-Smirak. Esta discordancia disminuye con valores más altos de IMC (González-Martín et al., 2017). Por otro lado, hay estudios que sugieren que el ángulo de Clarke es una medida práctica, de confianza y sensible para la

cuantificación de la altura del arco medial en niños y podría recomendarse para aplicaciones clínicas y de investigación. También puede usarse para estimar la presión plantar bajo el arco medial, lo que a su vez puede ayudar en la pronta intervención y pronóstico de los problemas prospectivos asociados con la postura del pie plano (Pauk et al., 2014). En cuanto a la posición del pie, en la literatura se hallan artículos que relacionan el foot posture index con medidas radiológicas o con presiones plantares obtenidas a través de plataforma de presiones, o bien relacionando presiones plantares a través de pedigráfica y plataformas de presiones, pero no se han obtenido resultados correlacionándolo con el ángulo de Clarke.

En cuanto a la posición del pie, en la literatura se encuentran referencias de correlación del Foot Posture Index, con la presión plantar valorada a través de plataforma de presiones y hallazgos radiológicos. Los resultados tienden a unir los pies pronados según FPI con las huellas aplanadas en la plataforma de presiones. Así por ejemplo, un estudio de 2015 realizado en 19 niños con una media de edad de 9.32 ± 2.67 años relacionó el aumento de la presión metatarsal medial del pie con un FPI pronado. También se confirmó una correlación entre el FPI y el ampliamente utilizado ángulo de Meary y calcaneal pitch, sugiriendo que tanto el FPI como la radiografía son herramientas útiles para evaluar el pie plano pediátrico (Lee, Kim, Jeong, Kwon y Jeong, 2015).

El valor del FPI predice baja variabilidad de las presiones plantares, principalmente en el talón y mediopié, mientras que los criterios individuales predicen una mayor variabilidad en el antepié. La prominencia talonavicular y la posición del calcáneo en el plano frontal fueron los criterios más influyentes, explicando el 8,5% de la presión del hallux y el 11,1% de la quinta cabeza metatarsal. Ni la palpación de la cabeza del astrágalo ni la curvatura supra-infra maleolar predijeron ninguna de las variables de las presiones plantares. El FPI puede distinguir tres grupos de pies: pronado, neutro y supinado. Sus criterios individuales predicen moderada o baja variabilidad de las presiones plantares, siendo la prominencia talonavicular el criterio más influyente (Sánchez-Rodríguez, Martínez-Nova, Escamilla-Martínez y Pedrera-Zamorano, 2012).

En la literatura encontrada, Razeghi y Batt hablan de que el intento de predecir la función dinámica del pie usando medidas estáticas es común a muchos modelos, sin embargo, han cuestionado la fiabilidad de la medición clínica, los criterios para la definición de pie normal y la validez de las medidas estáticas para predecir la funcionalidad del pie. Esto puede explicar por qué los sistemas de clasificación basados en características morfológicas estáticas del pie han sido generalmente encontrados como pobres predictores de la dinámica del retropié (Razeghi y Batt, 2002). Sin embargo, Burn y cols., demostró en 17 sujetos varones con una media de edad de 33.4 años que la medición estática del ángulo del arco longitudinal es una buena medida estática y fiable para la función del pie y puede ser implementado en un entorno clínico normal para evaluar y valorar la eficacia de ortesis plantares. El índice de huella del pie, tomada con pedigrafía, se ha correlacionado recientemente en la literatura con medidas radiográficas como son el lateral talar-first metatarsal angle y con el calcaneal pitch angle (Inui et al., 2017).

Según el estudio realizado, al igual que indican Díeguez et al, se puede decir que las variables estáticas podrían ayudar a relacionar lesiones con un determinado tipo de pie pero estaremos incompletos si no incluimos variables dinámicas. Ellos estudiaron que los métodos de medición estáticos sirven para clasificar el tipo de pie. No obstante, estas técnicas no proporcionan relación entre las variables estructurales y los comportamientos biomecánicos anormales del pie durante la fase dinámica. Indica que es útil el estudio de este aspecto estático para obtener asociaciones entre el tipo de pie y las lesiones que tenga el paciente o para prevenirlas, realizar clasificaciones del tipo de pie según una disciplina deportiva practicada, prescribir el uso de órtesis, etc. Pero el estudio dinámico puede aportarnos información más específica (Díeguez et al., 2011).

Otros estudios relacionan la fiabilidad de las medidas estáticas con un porcentaje de superficie plantar pero no con la postura del pie, así, McPoil et al, presentaron un estudio con la intención de valorar si el uso de una única medición estática de la postura del pie o una combinación de ellas se puede utilizar para predecir la superficie plantar del retropié, mediopie y antepie en individuos clasificados previamente como pies pronados o normales según la

anchura del mediopié con el índice del arco descrito por Cavanagh y Rodgers. Para ello se realizan doce medidas del pie evaluadas en diferentes porcentajes de carga en 52 individuos con una edad media de 25,8 años, obteniendo como resultados que los médicos pueden utilizar una combinación de medidas del pie sencillas, fiables y eficientes de tiempo para explicar el 79% y el 85% del área de superficie plantar en antepié y mediopié, respectivamente (McPoil et al., 2014).

Aunque los hallazgos de muchos estudios respaldan la fiabilidad de las medidas estáticas para determinar qué área de la superficie plantar sostiene el pie (dos dimensiones), estas medidas no se pueden relacionar con la altura del arco o la posición anatómica estática del pie (tres dimensiones).

Según los resultados obtenidos, se puede decir que aunque se ha encontrado correlación entre las dos variables estudiadas en cuanto a las clasificaciones de pies planos severos según el ángulo de Clarke con los pies pronados según el índice de postura del pie, así como los pies normales en ambas medidas, no se ha encontrado correlación con el resto de clasificaciones de las variables.

Una limitación del presente estudio es el uso exclusivo de CA como medida de la huella cuando otras medidas, como el índice de Chippaux-Smirak o el índice del arco de Staheli, son alternativas actuales. Aunque nuestro uso de CA fue determinado por las numerosas referencias citadas de estudios previos, es aceptado que esto podría haber influido en los hallazgos obtenidos en el presente estudio.

La implicación clínica de este estudio se basa en la falsa teoría de que postura y huella plantar están relacionadas, ya que como se ha observado a lo largo del trabajo, solo los pies planos severos determinados por el ángulo de Clarke, están relacionados con una postura del pie pronada según el FPI, pero el resto de pies no siguen la relación siempre creída, que los pies cavos (CA) corresponden con pies supinados (FPI) o que los pies planos son pies pronados. El concepto pronación y supinación debe ser utilizado única y exclusivamente para postura o dinámica, sin poder determinar mayor relación. En clínica habrá que hacer ambas pruebas para realizar una buena evaluación de nuestros pacientes.

5. CONCLUSIONES

Se puede sugerir que existe relación inversa entre las medidas estáticas estudiadas, ángulo de Clarke y FPI, aumentando el FPI cuando el ángulo de Clarke se hace menor. Del total de la muestra que presentan pies planos severos según el ángulo de Clarke, el 78.98% presentan pies pronados según FPI. Del total de la muestra que presentan pies normales según el ángulo de Clarke, el 78.51% presentan pies normales según FPI.

CAPÍTULO V: LIMITACIONES Y PROSPECTIVA

LIMITACIONES

Una vez llevado a cabo este trabajo, fueron detectadas algunas limitaciones, que de tenerse en cuenta en un futuro mejorarían la calidad de los resultados, pudiendo ser estos más concluyentes.

En el capítulo III no se han tenido en cuenta parámetros como el patrón vertical facial, el peso de los participantes o el tipo de morfología corporal como variables de estudio del trabajo. Sería conveniente introducir estas posibles variables en futuros trabajos de investigación por si pudieran variar los resultados obtenidos.

Este es un estudio transversal, sin contar con un grupo control, sin analizar qué ocurriría si se alterasen algunas de las variables objeto de estudio con distintos tratamientos. Esto lo hace más débil, aunque en un primer paso el objetivo ha sido encontrar la posible relación entre las variables objeto de estudio sin alterarlas.

Ha sido objeto de sucesivas críticas en la literatura existente el hecho de utilizar variables no fiables ni validadas a la hora de intentar correlacionar el sistema estomatognático con el resto del cuerpo, especialmente en las variables que valoran la postura corporal. En esos estudios, las afirmaciones positivas sobre esas correlaciones están generando mucha controversia en la literatura científica actual, pero no ha sido motivo de este estudio valorar la validez de las correlaciones experimentales y/o clínicas entre la postura corporal y el sistema estomatognático, sino que pretendemos correlacionar dos variables con validez y fiabilidad adecuadas. La variable podológica utilizada no es posturológica sino que nos da información de la posición del pie y esta a su vez puede afectar a los ejes de carga del miembro inferior.

Por otro lado, el hecho de valorar sólo las maloclusiones en la posición anteroposterior también ha acotado el poder ampliar el campo de las posibles relaciones de las variables podológicas con todas las maloclusiones existentes. Es decir, podrían haberse valorado las maloclusiones en el plano transversal como son las mordidas cruzadas y en el plano frontal como son el caso de las

mordidas abiertas, o en su caso si confluyeran varios tipos de maloclusiones ¿qué ocurriría?, ¿cuál sería la posible relación?

También destacar la dificultad para llegar a la población escolar, y una vez obtenida la población lo laborioso de explorar a los participantes en este rango de edad.

En el presente estudio, aunque se hallaron algunas asociaciones, la evidencia obtenida es insuficiente para demostrar la relación causa-efecto, debido a la no consideración de variables de confusión que pudieran influir en los resultados obtenidos. De acuerdo con esto, nuestros hallazgos deben ser considerados con precaución, y teniendo en cuenta que esto es un estudio transversal observacional, se necesitaría un estudio a más largo plazo para permitir este efecto; alternativamente, seleccionar una población de estudio con un rango de edad más amplio, y con monitoreo a mediano plazo, de modo que la evolución de los participantes se pueda determinar adecuadamente.

Es decir, se podría valorar la posible correlación entre las variables estudiadas también en la edad juvenil y/o adultez y comprobar si se dan en el mismo sentido que en la niñez. Aunque el objetivo de hacerlo en estas edades tempranas es poder tener un diagnóstico precoz ya que el reconocimiento temprano (6-9años de edad) de las maloclusiones en desarrollo y el potencial procedimiento de tratamiento ortodóncico y/u ortopodológico sin complicaciones pueden minimizar o eliminar el tratamiento costoso en el futuro.

La mayor limitación podría ser los efectos del crecimiento, pero entendiendo que es a partir de los 6 -9 años donde se empiezan a aplicar tratamientos tanto a nivel odontológico y podológico, encontrar la muestra limitaría nuestra búsqueda, además de intentar poder dar tratamiento a todos aquellos niños que lo requiriesen en una edad adecuada. Y teniendo en cuenta que es posible llegar al diagnóstico de la relación anteroposterior establecida entre los arcos dentales en el momento de la dentición primaria completa sin necesidad de esperar la dentición mixta (Traldi et al., 2015).

Otra limitación pudo ser la falta de análisis cefalométrico, aunque fue descartado por implicar la irradiación a niños, optando por un método menos

invasivo, por ello fue elegida la variable odontológica estudiada. El estudio cefalométrico claramente nos aporta una información imposible de obtener sin él, pero el objeto de este estudio es la observación de la maloclusión dental y no esquelética que deben ser claramente diferenciadas. Por ello, hemos prescindido de realizar estudios radiográficos a esta población pediátrica, ya que la información de la maloclusión dental la podemos obtener observacionalmente.

En cuanto al capítulo IV, una limitación del estudio es el uso exclusivo de CA como medida de la huella cuando otras medidas, como el índice de Chippaux-Smirak o el índice del arco de Staheli, son alternativas actuales. Aunque nuestro uso de CA fue determinado por las numerosas referencias citadas de estudios previos, aceptamos que esto podría haber influido en los hallazgos obtenidos de nuestros datos.

RELEVANCIA CLÍNICA

En el caso de obtener una relación directa entre las variables estudiadas se podría dar un primer paso para establecer un tratamiento equilibrado y multidisciplinar que asegurase el éxito de ese tratamiento, elaborando un protocolo de actuación precoz entre profesionales. Todas las actuaciones clínicas, sobre alteraciones funcionales, en edades de picos de crecimiento, son importantes para que no lleguen a consolidarse.

La experiencia ha demostrado que el tratamiento de las maloclusiones en edades tempranas es eficiente y con resultados más estables que en edades más avanzadas (Bedoya y Chacón, 2009). Además, no olvidemos que es posible llegar al diagnóstico de la relación anteroposterior establecida entre los arcos dentales en el momento de la dentición primaria completa sin necesidad de esperar la dentición mixta (Traldi et al., 2015). A nivel podológico, es a partir de los 6 años cuando se pierden los valores fisiológicos y podemos establecer valores más fiables.

PROSPECTIVA

Este estudio inicial pretende indicar las direcciones útiles para futuras investigaciones más amplias, superando las limitaciones de nuestro trabajo y

avanzando para llegar a una conclusión definitiva con respecto a las correlaciones presentes entre las variables de estudio.

Es necesario un estudio longitudinal para permitir este efecto; alternatively, una población de estudio con un rango de edad más amplio, y con monitoreo a mediano plazo, debe diseñarse de modo que la evolución de los participantes se pueda determinar adecuadamente.

La mínima aportación de este trabajo, puede ser el paso para iniciar el largo camino que presenta esta cuestión planteada. Teniendo presente que los resultados obtenidos son experimentales, son necesarios para poder comprobar si tienen o no tienen relevancia clínica. Antes de poder valorar esta relevancia, puede ser muy útil que se demuestre en un primer paso una correlación experimental.

Se proponen nuevas líneas de investigación para poder avanzar en la calidad de los resultados:

- Realizar los estudios contemplando todos los tipos de maloclusiones existentes.
- Ampliar el rango de edad a la juvenil para comprobar si las correlaciones son equivalentes.
- Contar con un grupo control y otros diferentes de estudio a los que se les aplique tratamientos ortodóncicos y/u ortopodológicos. Evaluar longitudinalmente en el tiempo los cambios que producen estos tratamientos en los segmentos corporales tratados y en los opuestos.

Referente al capítulo IV; con este estudio se pretende generar nuevas líneas de investigación en las que poder llegar a desarrollar la conexión existente o no entre las medidas estáticas propuestas por nosotros, y otras muchas, que tanto usamos en clínica. Pudiendo subsanar así los posibles errores cometidos en nuestras exploraciones diarias, y continuar con este trabajo para poder llegar a concluir una relación de forma definitiva entre las variables de posición del pie, huella plantar y dinámica.

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

Las conclusiones más relevante de este estudio son:

1. Conocer si existe relación entre FPI y las maloclusiones dentales según la clasificación dentaria de Angle en niños de 6-9 años de edad.

-Puede haber una relación entre el FPI y las maloclusiones dentales clasificadas según Angle. Aumentando el FPI a medida que la clasificación dentaria de Angle se mueve de Clase I a III.

-Ningún sujeto de nuestra población de estudio tenía un pie supinado asociado con una Clase III de Angle, mientras que alrededor del 50% de los pies pronados se asociaron con una Clase III de Angle.

2. Relacionar el ángulo de Clarke con las maloclusiones dentales según la clasificación dentaria de Angle en niños de 6-9 años de edad.

-Existe una relación entre el ángulo de Clarke y las maloclusiones dentales clasificadas según Angle. Disminuyendo el ángulo de Clarke a medida que la clasificación dentaria de Angle se mueve de Clase I a III.

3. Relacionar FPI con ángulo de Clarke.

-Existe relación inversa entre las medidas estáticas estudiadas, ángulo de Clarke y FPI, aumentando el FPI cuando el ángulo de Clarke se hace menor.

-Del total de la muestra que presentan pies planos severos según el ángulo de Clarke, el 78.98% presentan pies pronados según FPI.

-Del total de la muestra que presentan pies normales según el ángulo de Clarke, el 78.51% presentan pies normales según FPI.

-Existe relación inversa entre las medidas estáticas estudiadas, ángulo de Clarke y FPI, aumentando el FPI cuando el ángulo de Clarke se hace menor. Del total de la muestra que presentan pies planos severos según el ángulo de Clarke, el 78.98% presentan pies pronados según FPI. Del total de la muestra que presentan pies normales según el ángulo de Clarke, el 78.51% presentan pies normales según FPI.



**CAPÍTULO VII:
REFERENCIAS
BIBLIOGRÁFICAS**

1. Aldana P. A., Báez R. J., Sandoval C. C., Vergara N, C., Cauvi L, D. y Fernández de la Reguera, A. (2011). Asociación entre Maloclusiones y Posición de la Cabeza y Cuello. *International Journal of Odontostomatology*, 5(2), 119–125.
2. Allain, T. (4 de noviembre de 2017). Recuperado de <http://londonfrenchdentist.com/fr/bruxisme/>
3. Amador, E. V., Perilla, R. y Álvarez, G. (2008). Dolor de crecimiento: revisión de la literatura. *Rev Colomb Ortop Traumatol*, 22(3), 192–5.
4. Andrade, A. da S., Gavião, M. B., Gameiro, G. H. y De Rossi, M. (2010). Characteristics of masticatory muscles in children with unilateral posterior crossbite. *Brazilian Oral Research*, 24(2), 204–210.
5. Angle, E. H. (1899). Classification of malocclusion.
6. Antonetti, C. (1997). Secuencia de aparición de los centros de osificación del pie durante el periodo de vida intrauterino en material humano. *Investigación Clínica*, 38(3).
7. Aranitasi, L., Tarazona, B., Zamora, N., Gandía, J. L. y Paredes, V. (2017). Influence of skeletal class in the morphology of cervical vertebrae: A study using cone beam computed tomography. *The Angle Orthodontist*, 87(1), 131–137.
8. Araya, J. C., Pantoa, R. y Argandoña, J. (1994). Articulación temporomandibular. Consideraciones morfofuncionales y terapéuticas de la articulación temporomandibular. Morphofunctional and clinical Li. *Rev Dent Chile*, 85(1), 42–47.
9. Arazi, M., Oğün, T. C. y Memik, R. (2001). Normal development of the tibiofemoral angle in children: a clinical study of 590 normal subjects from 3 to 17 years of age. *Journal of Pediatric Orthopedics*, 21(2), 264–267.

10. Baldini, A. (2010). Clinical and instrumental treatment of a patient with dysfunction of the stomatognathic system: a case report. *Annali Di Stomatologia*, 1(2), 2–5.
11. Bandettini, M. P., Innocenti, G., Contini, M., Paternostro, F. y Lova, R. M. (2003). Postural control in order to prevent chronic locomotor injuries in top level athletes. *Italian Journal of Anatomy and Embryology = Archivio Italiano Di Anatomia Ed Embriologia*, 108(4), 189–194.
12. Bankoff, A. D. P., Freire, J. B. y Villarta, R. (1994). Postura corporal: integração dos fatores culturais e sociais aos fatores biológicos. Orientações básicas sobre postura corporal para profissionais das áreas de educação e saúde. Programa de educação e saúde através do exercício físico e do esporte-MEC/MS. In *Postura corporal: integração dos fatores culturais e sociais aos fatores biológicos. Orientações básicas sobre postura corporal para profissionais das áreas de educação e saúde. Programa de educação e saúde através do exercício físico e do esporte-MEC/MS*. Brasil. Ministério da Educação e do Desporto.
13. Barenys, R., Macias, L. y Manzanar, A. (2011). Cascade Dafo. *Uso de las férulas, splints y ortesis para las extremidades inferiores. Revisión de la literatura sobre la eficacia en niños con trastornos neurológicos*. SEFIP. Recuperado de <https://cascadedrafo.com/>
14. Bedoya, A. y Chacón, Á. (2009). Tratamiento temprano de maloclusiones clase II tratado con Activador Abierto Elástico de Klammt (AAEK). Reporte de caso. *Revista Estomatología*, 17(2).
15. Ben-Bassat, Y., Yitschaky, M., Kaplan, L. y Brin, I. (2006). Occlusal patterns in patients with idiopathic scoliosis. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 130(5), 629–633.

16. Benítez, L., Calvo, L., Quirós, O., Maza, P., D Jurisic, A., Alcedo, C. y Fuenmayor, D. (2009). Estudio de la lactancia materna como un factor determinante para prevenir las anomalías dentomaxilofaciales. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatria*. Recuperado de <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2009/art-20/>
17. Bergbreiter, C. (1993). *Untersuchung über die zusammenhänge zwischen der fehlstatik und den funktionellen befunden des craniomandibulären systems* (tesis doctoral). Universität Jena.
18. Bermúdez, P., Arbeláez, A., Guerra, J. P., Correa, D. M., Fernàndez, L. A., Moncada, N. O. y Usuga, C. C. (2011). Perfil epidemiológico de la oclusión dental, en escolares de 6 a 12 años, del Colegio Universidad Cooperativa de Colombia, corregimiento de San Antonio de Prado, 2010. *Revista Colombiana de Investigación En Odontología*, 2(5), 134–140.
19. Bordoli, P. (1997). Relación cráneo-mandibulo-cervical. *Origen Embrionario Del Sistema Estomatognático y Su Importancia En La Biodinámica Mandibular*. Simposio llevado a cabo en el I Simposio Iberoamericano de Fisioterapia Manipulativa y Terapia Manual.
20. Bouletreau, P. y Raberin, M. (2011). Chirurgie de la dimension verticale. *L'Orthodontie Française*, 82(2), 183–192.
21. Bozzalla, L. y Naiman, F. (2013). *Acerca del recién nacido: desarrollo y subjetividad*. Buenos Aires: UBA, Facultad de Psicología, Depto. de Publicaciones. Recuperado de [http://www.bibliopsi.org/docs/materias/obligatorias/CFG/ninez/calzetta/A CERCa%20del%20recien%20nacido%20\(bozalla%20y%20naiman\).pdf](http://www.bibliopsi.org/docs/materias/obligatorias/CFG/ninez/calzetta/A CERCa%20del%20recien%20nacido%20(bozalla%20y%20naiman).pdf)
22. Braccialli, L. M. P. y Vilartha, R. (2001). Postura corporal: reflexões teóricas. *Fisioter. mov*, 65–71.

23. Bracco, P., Deregibus, A. y Piscetta, R. (2004). Effects of different jaw relations on postural stability in human subjects. *Neuroscience Letters*, 356(3), 228–230. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2003.11.055>
24. Bricot, B. (2008). Postura normal y posturas patológicas. *Revista IPP [Serie En Internet]*, 2(11). Recuperado de <http://www.montsepladevall.cat/estudi/pdf/posturaNormalPosturaPatologica.pdf>
25. Brunelle, J. A., Bhat, M. y Lipton, J. A. (1996). Prevalence and distribution of selected occlusal characteristics in the US population, 1988-1991. *Journal of Dental Research*, 75 Spec No, 706–713.
26. Burkhart, S. S., Morgan, C. D. y Kibler, W. B. (2003). The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part III: The SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery: Official Publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association*, 19(6), 641–661.
27. Cabrera Villalobos, Y., Casanova Rivero, Y., Álvarez Llanes, M. y Gómez Mariño, M. (2010). Plegable educativo en el auto cuidado del Síndrome Dolor Disfunción del aparato temporomandibular. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, 14(2), 0–0.
28. Calzadilla Moreira, V., Castillo García, I., Blanco Estrada, J. y González Martínez, E. (2002). Desviaciones torsionales de los miembros inferiores en niños y adolescentes. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 18(5), 355–361.
29. Campos-Olazábal, P. (2002). Parálisis flácida aguda. *Rev neurol*, 34(2), 131–133.

30. Cashmere, T., Smith, R. y Hunt, A. (1999). Medial Longitudinal Arch of the Foot: Stationary Versus Walking Measures. *Foot & Ankle International*, 20(2), 112–118.
31. Castellino, A. J., Santini, R. y Taboada, N. (1967). *Crecimiento y desarrollo cráneo facial*. Mundi.
32. Castro-Méndez, A., Munuera, P. V. y Albornoz-Cabello, M. (2013). The short-term effect of custom-made foot orthoses in subjects with excessive foot pronation and lower back pain: a randomized, double-blinded, clinical trial. *Prosthetics and Orthotics International*, 37(5), 384–390.
33. Caulfield, B. M. y Garrett, M. (2002). Functional instability of the ankle: differences in patterns of ankle and knee movement prior to and post landing in a single leg jump. *International Journal of Sports Medicine*, 23(01), 64–68.
34. Cepero, A. S., Ulloa, M. T., Curbelo, M. Á., González, R. C. y Martín, D. L. (2010). Factores de mayor riesgo para maloclusiones dentarias desde la dentición temporal. Revisión bibliográfica. High risk factors for dental malocclusions from temporary teething. Bibliographical review. *MEDICIEGO*, 16(Supl 1).
35. Chaves, T. C., Turci, A. M., Pinheiro, C. F., Sousa, L. M., Grossi, D. B., Chaves, T. C. y Grossi, D. B. (2014). Static body postural misalignment in individuals with temporomandibular disorders: a systematic review. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, 18(6), 481–501.
36. Chessa, G., Capobianco, S. y Lai, V. (2002). [Stabilimetry and cranio-cervico-mandibular disorders]. *Minerva Stomatologica*, 51(5), 167–171.

37. Clarke, H. H. (1933). An objective method of measuring the height of the longitudinal arch in foot examinations. *Research Quarterly. American Physical Education Association*, 4(3), 99–107.
38. Cuccia, A. y Caradonna, C. (2009). The relationship between the stomatognathic system and body posture. *Clinics*, 64(1), 61–66.
39. Cuccia, A. M. (2011). Interrelationships between dental occlusion and plantar arch. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 15(2), 242–250.
40. Cuesta López, L. F., Calidonio, L. y Daniel, J. (2009). “CGMED”: Diseño y construcción de plataforma para determinar posición del centro de gravedad en bipedestación. *Revista Ingeniería Biomédica*, 3(6), 26–36.
41. de la Fuente, J. L., González, M. S. y Toledano, M. C. (2003). *Podología general y biomecánica*. Barcelona, España: Masson.
42. de la Torre Rodríguez, E., Aguirre Espinosa, I., Fuentes Mendoza, V., Vivas, P., Angel, P., Espinosa Quirós, D. y Núñez Fernández, J. (2013). Factores de riesgo asociados a trastornos temporomandibulares. *Revista Cubana de Estomatología*, 50(4), 364–373.
43. del Castillo Codes, M. y Martínez, A. D. (2001). Síndromes dolorosos del pie en el niño. *Revista Pediatría de Atención Primaria*, 3(9), 67–84.
44. Diéguez, S. L., Sánchez, A. J. L., Sánchez, M. L. Z. y Martínez-López, E. J. (2011). Análisis de los diferentes métodos de evaluación de la huella plantar. *Retos. Nuevas Tendencias En Educación Física, Deporte y Recreación*, 19, 49–53.
45. Duval-Beaupere, G., Schmidt, C. y Cosson, P. H. (1992). A Barycentremetric study of the sagittal shape of spine and pelvis: the

- conditions required for an economic standing position. *Annals of Biomedical Engineering*, 20(4), 451–462.
46. Echarri, J. J. y Forriol, F. (2003). The development in footprint morphology in 1851 Congolese children from urban and rural areas, and the relationship between this and wearing shoes. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, 12(2), 141–146.
47. El Hage, Y., Politti, F., Herpich, C. M., de Souza, D. F. M., de Paula Gomes, C. A. F., Amorim, C. F. y Biasotto-Gonzalez, D. A. (2013). Effect of facial massage on static balance in individuals with temporomandibular disorder - a pilot study. *International Journal of Therapeutic Massage & Bodywork*, 6(4), 6–11.
48. Erazo Torricelli, R. (2009). Síndrome de Guillain Barré en pediatría. *Medicina (Buenos Aires)*, 69(1), 84–91.
49. Esposito, G. M. y Meersseman, J. P. (1988). Evaluación de la relación existente entre la oclusión y la postura. *II Dentista Moderno*, 5, 87–293.
50. Estupiñán, L. M. M., Piñeiro, S. M., Cuevas, R. M. y Espinosa, L. B. (2004). Osteocondritis en los niños de 0 a 14 años atendidos en la atención primaria de salud. *Medicentro Electrónica*, 8(3). Recuperado de <http://medicentro.sld.cu/index.php/medicentro/article/view/814>
51. Evans, A. M., Rome, K. y Peet, L. (2012). The foot posture index, ankle lunge test, Beighton scale and the lower limb assessment score in healthy children: a reliability study. *Journal of Foot and Ankle Research*, 5(1), 1.
52. Farella, M., Michelotti, A., Pellegrino, G., Giani, U. y Martina, R. (2005). Interexaminer reliability and validity for diagnosis of temporomandibular disorders of visual leg measurements used in dental kinesiology. *Journal of Orofacial Pain*, 19(4), 285–290.

53. Feigenbaum, L. A., Roach, K. E., Kaplan, L. D., Lesniak, B. y Cunningham, S. (2013). The association of foot arch posture and prior history of shoulder or elbow surgery in elite-level baseball pitchers. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 43(11), 814–820.
54. Fernández, J. Á. A., Bauzá, S. M. A., Aguilera, B. T., Corella, V. M. y Benítez, M. S. (2013). Hábitos bucales deformantes y maloclusiones en pacientes de Ortodoncia. *Correo Científico Médico*, 17(1). Recuperado de <http://revcocmed.sld.cu/index.php/cocmed/article/view/1243>
55. Ferrario, V. F., Sforza, C., Schmitz, J. H. y Taroni, A. (1996). Occlusion and center of foot pressure variation: is there a relationship? *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 76(3), 302–308.
56. Forriol, F. y Pascual, J. (1990). Footprint Analysis Between Three and Seventeen Years of Age. *Foot & Ankle*, 11(2), 101–104.
57. Franch Manrique, M., Infante García, M. y Albiol Ferrer, J. M. (2004). Cronología de osificación del pie. Radiogoniometría. *El Peu*, 2004, Vol. 24, Núm. 3, p. 148-158. Recuperado de <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/26071>
58. Fuentes Fernández, R., Carter, P., Muñoz, S., Silva, H., Oporto Venegas, G. H., Cantin, M. y Ottone, N. E. (2016). Evaluation of validity and reliability of a methodology for measuring human postural attitude and its relation to temporomandibular joint disorders. *Singapore Medical Journal*, 57(4), 204–208.
59. Fuentes, R., Freesmeyer, W., & Henríquez, J. (1999). Influencia de la postura corporal en la prevalencia de las disfunciones craneomandibulares. *Revista Médica de Chile*, 127(9), 1079–1085.

60. Gabrielli, C., Olave, E., del Sol, M., Mandiola, E., & Rodrigues, C. F. S. (1999). Arco plantar superficial en el hombre: características anatómicas y comparadas. *Revista Chilena de Anatomía*, 17(2), 225–230.
61. Gabulli, M. (2000). Aspectos prácticos en la Antropometría en pediatría. *Asociación de Médicos Residentes Del Instituto Especializado de Salud Del Niño*, 3(1), 22–26.
62. Gaona, C. L., Gerardina, M. G., & González, S. (2014). Valoración de las alteraciones posturales.
63. García, de Queiroz y Díaz-Serrano. (2008). *Alteraciones posturales y su repercusión en el sistema estomatognático*. Recuperado de <http://www.actaodontologica.com/ediciones/2008/4/art-22/>
64. García Díez, E. y Capablo Mañas, B. (n.d.). Valoración y estudio de las deformidades ortopédicas en personas con parálisis cerebral. *Fisioterapia*, 10–19.
65. García, L. H. G., García, C. M. R., Fuentes, I. G. y Victoria, N. P. (2003). Articulación de la rodilla y su mecánica articular. *Medisan*, 7(2), 100–109.
66. García-Fajardo, C., Palacios, C. G., Casado, A. C., Trigo, A. F. y Varela, J. C. (2007). La oclusión como factor etiopatológico en los trastornos temporomandibulares. *RCOE*, 12(1-2), 37-47. Recuperado de http://www.academia.edu/11551574/La_oclusi%C3%B3n_como_factor_etiopatol%C3%B3gico_en_los_trastornos_temporomandibulares
67. Gattoronchieri, V. (2016). *La postura correcta*. Parkstone International.
68. Gijon-Nogueron, G., Montes-Alguacil, J., Alfageme-García, P., Cervera-Marin, J. A., Morales-Asencio, J. M. y Martínez-Nova, A. (2016). Establishing normative foot posture index values for the paediatric

- population: a cross-sectional study. *Journal of Foot and Ankle Research*, 9, 24.
69. Gil-Martínez, A., Grande-Alonso, M., López-de-Uralde-Villanueva, I., López-López, A., Fernández-Carnero, J. y La Touche, R. (2016). Chronic Temporomandibular Disorders: disability, pain intensity and fear of movement. *The Journal of Headache and Pain*, 17(1).
70. Gogola, A., Saulicz, E., Matyja, M., Linek, P., Myśliwiec, A., Tuczyńska, A. y Molicka, D. (2014). Assessment of connection between the bite plane and body posture in children and teenagers. *Developmental Period Medicine*, 18(4), 453–458.
71. Gómez, J., Czerniztki, T., Quagliarello, A. y Zabala, J. (2006). Pie de bicicleta. *Revista de Asociación Argentina de Ortopedia y Traumatología*. [En Línea]. Recuperado de http://www.aaot.org.ar/revista/1993_2002/1993/1993_3/580306.pdf
72. Gómez Munilla, A. (2015). *Correlación de maloclusión, huella plantar y posturología en el paciente adulto* (Trabajo fin de Máster). Universidad de Oviedo. España.
73. Gómez Roldán, E. (2015). *Relación entre el tipo de oclusión dental y el desplazamiento del centro de gravedad en estática* (Trabajo fin de Grado). Universidad de Barcelona, España.
74. González-Martín, C., Pita-Fernández, S., Seoane-Pillado, T., López-Calviño, B., Pertega-Díaz, S. y Gil-Guillen, V. (2017). Variability between Clarke's angle and Chippaux-Smirak index for the diagnosis of flat feet. *Colombia Médica*, 48(1).
75. Graff-Radford, S. B. (2007). Temporomandibular disorders and headache. *Dental Clinics of North America*, 51(1), 129–144.

76. Grau León, I., Fernández Lima, K., González, G. y Osorio Núñez, M. (2005). Algunas consideraciones sobre los trastornos temporomandibulares. *Revista Cubana de Estomatología*, 42(3), 0–0.
77. Gregoret, J., Tuber, E., P, L. H. E. y da Fonseca, A. M. (1997). *Ortodoncia y cirugía ortognática: diagnóstico y planificación*. Espaxs. Recuperado de <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=AGRIUAN.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=011857>.
78. Gross, R. H. (1986). Foot pain in children. *Pediatric Clinics of North America*, 33(6), 1395–1409.
79. Gugenheim Jr, J. J. y Brinker, M. R. (2003). Bone realignment with use of temporary external fixation for distal femoral valgus and varus deformities. *JBJS*, 85(7), 1229–1237.
80. Gutiérrez-Vilahú, L., Massó-Ortigosa, N., Costa-Tutusaus, L. y Guerra-Balic, M. (2015). Reliability and Validity of the Footprint Assessment Method Using Photoshop CS5 Software. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 105(3), 226–232.
81. Guzmán, P. H. (2012). Lesiones deportivas en niños y adolescentes. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 23(3), 267–273.
82. Hanke, B. A., Motschall, E. y Türp, J. C. (2007). Association between orthopedic and dental findings: what level of evidence is available? *Journal of Orofacial Orthopedics = Fortschritte Der Kieferorthopädie: Organ/Official Journal Deutsche Gesellschaft Fur Kieferorthopädie*, 68(2), 91–107.
83. Henríquez, J., Fuentes, R., Sandoval, P. y Muñoz, A. (2003). Análisis de la estabilidad ortostática cráneocervical en adultos jóvenes mapuches. *International Journal of Morphology*, 21(2), 149–153.

84. Hesse, J. R., Naeije, M. y Hansson, T. L. (1990). Craniomandibular stiffness toward maximum mouth opening in healthy subjects: a clinical and experimental investigation. *Journal of Craniomandibular Disorders: Facial & Oral Pain*, 4(4), 257–266.
85. Hogervorst, T. y Vereecke, E. E. (2014). Evolution of the human hip. Part 2: musculing the double extension. *Journal of Hip Preservation Surgery*, 2(1), 3–14.
86. Hollander, K., Scholz, T., Zech, A., Wegscheider, K., Lezius, S., Braumann, K.-M. y Sehner, S. (2017). Reliability and correlation of static and dynamic foot arch measurement in a healthy pediatric population. *Journal of the American Podiatric Medical Association*.
87. Huggare, J. A. y Raustia, A. M. (1992). Head posture and cervicovertebral and craniofacial morphology in patients with craniomandibular dysfunction. *Cranio: The Journal of Craniomandibular Practice*, 10(3), 173–179.
88. Inui, K., Ikoma, K., Imai, K., Ohashi, S., Maki, M., Kido, M. y Kubo, T. (2017). Examination of the Correlation Between Foot Morphology Measurements Using Pedography and Radiographic Measurements. *The Journal of Foot and Ankle Surgery: Official Publication of the American College of Foot and Ankle Surgeons*, 56(2), 298–303.
89. Ishizawa, T., Xu, H., Onodera, K. y Ooya, K. (2005). Weight distributions on soles of feet in the primary and early permanent dentition with normal occlusion. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 30(2), 165–168.
90. Japa, C., y Brighite, C. (2008). *Deformidades torsionales de los miembros inferiores y la alteración del equilibrio dinámico en niños de 4 a 7 años : distrito del Callao, 2008* (tesis doctoral). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

91. Kapandji, A. I., Kandel, M. J. y Kapandji, I. A. (1988). *Physiology of the Joints: Lower Limb: Volume 2*. Churchill Livingstone. Recuperado de <https://sites.google.com/site/50f6t5jh6downloadedbooksfreeepu/free-downloads-sites/The%20Physiology%20of%20the%20Joints%20Lower%20Limb%20Volume%202.pdf>.
92. Karaiskos, N., Wiltshire, W. A., Odlum, O., Brothwell, D. y Hassard, T. H. (2005). Preventive and interceptive orthodontic treatment needs of an inner-city group of 6- and 9-year-old Canadian children. *Journal Canadian Dental Association*, 71(9), 649.
93. Karmiloff-Smith, A. (1995). *Beyond modularity: A developmental perspective on cognitive science*. MIT press. Recuperado de <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=xhUll82paFYC&oi=fnd&pg=PR11&dq=info:uY1id4HBnqAJ:scholar.google.com&ots=IDU7l8BWnn&sig=JaKbU6bjQb-kEpYemDPtxPxt4NA>.
94. Kasparaviciene, K., Sidlauskas, A., Zasciurinskiene, E., Vasiliauskas, A., Juodzbaly, G., Sidlauskas, M. y Marmaitė, U. (2014). The prevalence of malocclusion and oral habits among 5-7-year-old children. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 20, 2036–2042.
95. Kaur, N., Bhanot, K., Brody, L. T., Bridges, J., Berry, D. C. y Ode, J. J. (2014). Effects of lower extremity and trunk muscles recruitment on serratus anterior muscle activation in healthy male adults. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 9(7), 924–937.
96. Keenan, A.-M., Redmond, A. C., Horton, M., Conaghan, P. G. y Tennant, A. (2007). The Foot Posture Index: Rasch analysis of a novel, foot-specific outcome measure. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(1), 88–93.

97. Kendall, F. P., McCREARY, E. K., Provance, P. G., Abeloff, D., Andrews, P. J. y Krausse, C. C. (1995). *Músculos, provas e funções; com Postura e dor*. editora Manole.
98. Kirby, K. A. (2000). Biomechanics of the normal and abnormal foot. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 90(1), 30–34.
99. Knoplich, J. (1983). Enfermidades da coluna vertebral. Recuperado July 27, 2017, de <http://bases.bireme.br/cgi-bin/wxislind.exe/iah/online/?IscScript=iah/iah.xis&src=google&base=LILACS&lang=p&nextAction=Ink&exprSearch=667243&indexSearch=ID>.
100. Korbmacher, H., Eggers-Stroeder, G., Koch, L. y Kahl-Nieke, B. (2004). Correlations between dentition anomalies and diseases of the of the postural and movement apparatus--a literature review. *Journal of Orofacial Orthopedics = Fortschritte Der Kieferorthopadie: Organ/Official Journal Deutsche Gesellschaft Fur Kieferorthopadie*, 65(3), 190–203.
101. Lacadena, J. R. (1995). Consideraciones genético-biológicas sobre el desarrollo embrionario humano. *Genética Humana*, 77–103.
102. Lacourt, P. (4 de noviembre de 2017). Síndrome de la articulación temporomandibular (ATM). Tratamiento con MTC. Recuperado de <http://placourt.blogspot.com/2017/02/sindrome-de-la-articulacion.html>
103. Langman, S. (2007). *Embriología*. Madrid. España: Panamericana.
104. Lázaro, A. L. (2000). El equilibrio humano: un fenómeno complejo. *Das Menschliche Gleichgewicht: Ein Komplexes Phänomen. Motorik*, 2, 80–86.
105. Lee, J. S., Kim, K. B., Jeong, J. O., Kwon, N. Y. y Jeong, S. M. (2015). Correlation of foot posture index with plantar pressure and radiographic measurements in pediatric flatfoot. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 39(1), 10–17.

106. Lippold, C., Danesh, G., Hoppe, G., Drerup, B. y Hackenberg, L. (2007). Trunk inclination, pelvic tilt and pelvic rotation in relation to the craniofacial morphology in adults. *The Angle Orthodontist*, 77(1), 29–35.
107. Lippold, C., Danesh, G., Schilgen, M., Drerup, B. y Hackenberg, L. (2006). Relationship between thoracic, lordotic, and pelvic inclination and craniofacial morphology in adults. *The Angle Orthodontist*, 76(5), 779–785.
108. Loram, I. D., Lakie, M., Di Giulio, I. y Maganaris, C. N. (2009). The consequences of short-range stiffness and fluctuating muscle activity for proprioception of postural joint rotations: the relevance to human standing. *Journal of Neurophysiology*, 102(1), 460–474.
109. Luque-Suarez, A., Gijon-Nogueron, G., Baron-Lopez, F. J., Labajos-Manzanares, M. T., Hush, J. y Hancock, M. J. (2014). Effects of kinesiotaping on foot posture in participants with pronated foot: a quasi-randomised, double-blind study. *Physiotherapy*, 100(1), 36–40.
110. Machado, H., Quirós, O., Maza, P., Fuenmayor, D., Jurisic, A., Alcedo, C. y Ortiz, M. (2009). " *Correlación de la huella plantar y las maloclusiones en niños de 5 a 10 años que asisten a la escuela Arturo Uslar Pietri en Maturín, edo. Monagas*. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría. Recuperado de <http://ortodoncia.ws/publicaciones/2009/pdf/art11.pdf>
111. Maldonado-Durán, M., Saucedo-García, J. M. y Lartigue, T. (2008). Cambios fisiológicos y emocionales durante el embarazo normal y la conducta del feto. *Perinatología y Reproducción Humana*, 22(1), 5–14.
112. Manfredini, D., Castroflorio, T., Perinetti, G. y Guarda-Nardini, L. (2012). Dental occlusion, body posture and temporomandibular disorders: where

- we are now and where we are heading for. *Journal of Oral Rehabilitation*, 39(6), 463–471.
113. Manso, G. M., Barceló, R. M. y Fernández, S. P. (1998). El examen funcional en ortodoncia. *Rev Cubana Ortod*, 13(1), 37–41.
114. Manzoni, D. y Miele, F. (2002). Vestibular mechanisms involved in idiopathic scoliosis. *Archives Italiennes De Biologie*, 140(1), 67–80.
115. Martin Recio, F. J. (2009). La postura corporal y sus patologías, prevención y tratamiento desde la educación física. *Revista Innovación y Experiencias Educativas*, 11–12.
116. Martínez Rodríguez, M., Martínez Vergara, Y., Corrales León, A., Abreu Gonzalez, H. y Colín Soto, S. (2017). Profundidad del paladar y posición del hueso hioides en niños con respiración bucal. *Revista de Ciencias Médicas de Pinar Del Río*, 21(3), 18–26.
117. McPoil, T. G., Haager, M., Hilt, J., Klapheke, J., Martinez, R., VanSteenwyk, C. y Bade, M. (2014). Can static foot posture measurements predict regional plantar surface area? *Foot (Edinburgh, Scotland)*, 24(4), 161–168.
118. McPoil, T. G. y Hunt, G. C. (1995). Evaluation and management of foot and ankle disorders: present problems and future directions. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 21(6), 381–388.
119. Medina, C., Laboren, M. L., Vilorio, C., Quirós, O., DJuricic, A., Alcedo, C. y Tedaldi, J. (2010). Hábitos bucales más frecuentes y su relación con maloclusiones en niños con dentición primaria. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría*, 1–2.

120. Méndez, Y. L., Araluce, M. M. A. y Zelenenko, O. V. (1999). Lactancia materna en la prevención de anomalías dentomaxilofaciales. *Rev Cubana Ortod*, 14(1), 32–8.
121. Menz, H. B., Fotoohabadi, M. R., Wee, E. y Spink, M. J. (2012). Visual categorisation of the arch index: a simplified measure of foot posture in older people. *Journal of Foot and Ankle Research*, 5(1), 10.
122. Michelotti, A., Buonocore, G., Farella, M., Pellegrino, G., Piergentili, C., Altobelli, S. y Martina, R. (2006). Postural stability and unilateral posterior crossbite: is there a relationship? *Neuroscience Letters*, 392(1–2), 140–144.
123. Milanesi, J. M., Borin, G., Corrêa, E. C., da Silva, A. M., Bortoluzzi, D. C. y Souza, J. A. (2011). Impact of the mouth breathing occurred during childhood in the adult age: biophotogrammetric postural analysis. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, 75(8), 999–1004.
124. Molina, A. T. (2012). Prevalencia de los trastornos respiratorios asociados al sueño en escolares. *Medisur*, 10(2), 81–86.
125. Montes Alguacil, J. (2016). Evaluación del pie plano infantil flexible. Tesis Doctoral. Facultad Ciencias de la Salud. Málaga.
126. Munhoz, W. C. y Hsing, W. T. (2014). Interrelations between orthostatic postural deviations and subjects' age, sex, malocclusion, and specific signs and symptoms of functional pathologies of the temporomandibular system: a preliminary correlation and regression study. *Cranio: The Journal of Craniomandibular Practice*, 32(3), 175–186.
127. Narbona, J. (2008). Schlumberger E. Retraso psicomotor. *Narbona García J, Casas Fernandez C, Coordinadores: Protocolos de Neurología (21).*[Consultado 15/10/2008]. Recuperado de: [Http://Www. Aeped. Es/Protocolos/Neurologia/21-Retraso. Pdf](http://www.aeped.es/Protocolos/Neurologia/21-Retraso.Pdf) (Narbona, 2008).

128. Nasser, L. A. H. (2007). Deformidades angulares en los miembros inferiores. México: Medigraphic. Recuperado de <http://www.medigraphic.com/pdfs/orthotips/ot-2007/ot072e.pdf>.
129. Nobili, A. y Adversi, R. (1996). Relationship between posture and occlusion: a clinical and experimental investigation. *Cranio: The Journal of Craniomandibular Practice*, 14(4), 274–285.
130. Novo, M. J., Changir, M. y Quirós, A. (2013). Relación de las alteraciones plantares y las Maloclusiones dentarias en niños. *Rev Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría*, 32, 1–35.
131. Ochoa, J. J. A. (2008). Imagen radiográfica del hioides, oclusión y postura. *Archivos de Medicina Del Deporte: Revista de La Federación Española de Medicina Del Deporte y de La Confederación Iberoamericana de Medicina Del Deporte*, (124), 135–142.
132. Ohaniam, M. (2000). *Fundamentos y principios de la ortopedia dento-maxilo-facial*. Venezuela: Amolca.
133. Okuro, R. T., Morcillo, A. M., Sakano, E., Schivinski, C. I., Ribeiro, M. Â. y Ribeiro, J. D. (2011). Exercise capacity, respiratory mechanics and posture in mouth breathers. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 77(5), 656–662.
134. Oliveira Ribas, M. de, Orellana, B., Fronza, F., Ribas, G., Sfier de Mello, G., Schimidt, M. L., ... Castro, R. (2004). Estudo epidemiológico das maloclusões em escolares de 6 a 8 anos na cidade de Curitiba-Paraná. *RSBO Revista Sul-Brasileira de Odontologia*, 1(1).
135. Organización Mundial de la Salud. Oral Health Surveys-Basic Methods. Geneva: 1997.

136. Osorio Ciro, J. A., Clavijo Rodríguez, M. P., Arango, E., Patiño Giraldo, S. y Gallego Ching, I. C. (2007). Lesiones deportivas. *Iatreia*, 20(2). Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/1805/180513859006/>
137. Osorio, J. H. y Valencia, M. H. (2013). Bases para el entendimiento del proceso de la marcha humana. *Archivos de Medicina (Col)*, 13(1). Recuperado de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=273828094009>.
138. Padilla C, C., Quezada J, C., Flores N, N., Melipillán A, Y. y Ramírez P, T. (2016). Lesiones y variantes normales de la rodilla pediátrica. *Revista Chilena de Radiología*, 22(3), 133–139.
139. Palastanga, N., Field, D. y Soames, R. (Ed.). (2007). Anatomía y movimiento humano. Estructura y funcionamiento. Editorial Paidotribo.
140. Pareja-Esteban, J. A., Pizones-Arce, F. J., Fernández-Camacho, F. J. y Plasencia-Arriba, M. A. (2013). Estudio radiológico sobre la osificación postnatal del primer metatarsiano. *Acta Ortopédica Mexicana*, 27(5), 312–318.
141. Parrilla, M., Miguel, J., Semykina, O., Chipombela, M. y Conceição, L. da. (2014). Trastornos temporomandibulares y su interacción con la postura corporal. *Revista Cubana de Estomatología*, 51(1), 3–14.
142. Pauk, J., Ihnatouski, M. y Najafi, B. (2014). Assessing plantar pressure distribution in children with flatfoot arch: application of the Clarke angle. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 104(6), 622–632.
143. Pérez, J. C. (2006). Síndrome de Guillain-Barré (SGB) Actualización. *Acta Neurol Colomb*, 22(2), 201–208.
144. Pérez-García, R. (2015). *Dolor de espalda en la población infantil. Relación con el transporte de mochilas escolares* (Trabajo fin de Grado). Universidad de Jaén, España.

145. Perillo, L., Femminella, B., Farronato, D., Baccetti, T., Contardo, L. y Perinetti, G. (2011). Do malocclusion and Helkimo Index ≥ 5 correlate with body posture? *Journal of Oral Rehabilitation*, 38(4), 242–252.
146. Perinetti, G., Cordella, C., Pellegrini, F. y Esposito, P. (2008). The prevalence of malocclusal traits and their correlations in mixed dentition children: results from the Italian OHSAR Survey. *Oral Health & Preventive Dentistry*, 6(2), 119–129.
147. Perry, J. y Davids, J. R. (1992). Gait analysis: normal and pathological function. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 12(6), 815.
148. Pita-Fernández, S., González-Martín, C., Seoane-Pillado, T., López-Calviño, B., Pértega-Díaz, S. y Gil-Guillén, V. (2015). Validity of Footprint Analysis to Determine Flatfoot Using Clinical Diagnosis as the Gold Standard in a Random Sample Aged 40 Years and Older. *Journal of Epidemiology*, 25(2), 148–154.
149. Pontillo, M., Spinelli, B. A. y Sennett, B. J. (2014). Prediction of in-season shoulder injury from preseason testing in division I collegiate football players. *Sports Health*, 6(6), 497–503.
150. Pradham, N. S., White, G. E., Mehta, N. y Forgione, A. (2001). Mandibular deviations in TMD and non-TMD groups related to eye dominance and head posture. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 25(2), 147–155.
151. Quirós, O. (2003). *Características de la oclusión de los niños del jardín de infancia beatriz de roche del instituto venezolano de investigaciones científicas IVIC*. Venezuela: Acta odontológica venezolana.(n.d.). Recuperado de https://www.actaodontologica.com/oscar_quiros/caracteristicas_oclusion.asp.

152. Razeghi, M. y Batt, M. E. (2002). Foot type classification: a critical review of current methods. *Gait & Posture*, 15(3), 282–291.
153. Razo, J., Cisneros, F., Barroso, F. y Moreno, M. (2003). Prevalencia de alteraciones músculo-esqueléticas en jóvenes preparatorianos. *Acta Ortopédica Mexicana*, 17(2), 68–73.
154. Redmond, A. C. (2005). The Foot Posture Index. *User guide and manual*.
155. Redmond, A. C., Crane, Y. Z. y Menz, H. B. (2008). Normative values for the Foot Posture Index. *Journal of Foot and Ankle Research*, 1(1), 6.
156. Redmond, A. C., Crosbie, J. y Ouvrier, R. A. (2006). Development and validation of a novel rating system for scoring standing foot posture: the Foot Posture Index. *Clinical Biomechanics*, 21(1), 89–98.
157. Reel, S., Rouse, S., Vernon, W. y Doherty, P. (2010). Reliability of a two-dimensional footprint measurement approach. *Science & Justice: Journal of the Forensic Science Society*, 50(3), 113–118.
158. Ricard, F. (2005). *Tratado de osteopatía craneal, Articulación temporomandibular: análisis y tratamiento ortodóntico*. Madrid, España: Ed. Médica Panamericana.
159. Riley, M. A. y Clark, S. (2003). Recurrence analysis of human postural sway during the sensory organization test. *Neuroscience Letters*, 342(1–2), 45–48.
160. Rivero, C. I., Flores, I. S., Contreras, E. G., y Guadarrama Quiroz, L. J. (2012). Correlación plantar y maloclusión. Caso clínico. *Revista ADM*, 69(2), 91–4.

161. Robledillo, J. L. (2013). Síndrome del dolor musculoesquelético en la edad pediátrica. *Pediatr Integral*, 17, 15–23.
162. Robledo Acinas, M. del M. y Sánchez Sánchez, J. A. (2013). Estimación de edad en los niños. Estudio radiológico del tobillo. Recuperado de <http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/37831/4214033.pdf?sequence=1>
163. Rocabado, M., Johnston, B. E. y Blakney, M. G. (1982). Physical therapy and dentistry: an overview. *The Journal of Cranio-Mandibular Practice*, 1(1), 46–49.
164. Rodríguez, J. C. (2003). Adoptar una posición que parece inadecuada: es vicio postural o hace parte del desarrollo normal de la postura? *Revista Ciencias de La Salud*, 1(1). Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/562/56210106/>
165. Rodríguez-Romero, B., Mesa Jiménez, J., Paseiro Ares, G. y González Doniz, L. (2004). Síndromes posturales y reeducación postural en los trastornostemporomandibulares. Recuperado de <http://ruc.udc.es/dspace/handle/2183/15760>
166. Roggia, B., Filha, S., Dos, V. A. V., Correa, B., Rossi, Â. G., Roggia, B. y Rossi, Â. G. (2016). Posture and body balance of schoolchildren aged 8 to 12 years with and without oral breathing. *CoDAS*, 28(4), 395–402.
167. Romero, R. (2015, August 16). Odontología para fisioterapeutas. Recuperado March 24, 2018, de <https://raulromerodelrey.wordpress.com/2015/08/16/odontologia-para-fisioterapeutas/>
168. Rothbart, B. A. (2008). Vertical facial dimensions linked to abnormal foot motion. *Journal of the American Podiatric Medical Association*, 98(3), 189–196.

169. Sakar, A. (2013, October 23). Respirador Bucal. Recuperado March 24, 2018, de <http://respirador-bucal.blogspot.com.es/>
170. Sánchez-Rodríguez, R., Martínez-Nova, A., Escamilla-Martínez, E., & Pedrera-Zamorano, J. D. (2012). Can the Foot Posture Index or their individual criteria predict dynamic plantar pressures? *Gait & Posture*, 36(3), 591–595.
171. Santiago, M. del P. M., Santos, G. G., de la Ballina Peruyera, A., Jerez, J. J. y del Castillo Remiro, M. C. Lactancia materna y desarrollo oclusopostural en el niño. Recuperado de <http://www.probo.ca.es/wp-content/uploads/2010/11/poster-pilar-mayo06.pdf>
172. Sardiña Valdés, M. y Casas Acosta, J. (2010). Anomalías de la oclusión dentaria asociadas a la disfunción temporomandibular. *Revista Médica Electrónica*, 32(3), 0–0.
173. Sarnat, B. G., Laskin, D. M. y Williams, R. A. (1992). The temporomandibular joint: a biological basis for clinical practice. *Plastic and Reconstructive Surgery*, 90(3), 534.
174. Schiffman, E. L., Truelove, E. L., Ohrbach, R., Anderson, G. C., John, M. T., List, T. y Look, J. O. (2010). The Research Diagnostic Criteria for Temporomandibular Disorders. I: overview and methodology for assessment of validity. *Journal of Orofacial Pain*, 24(1), 7–24.
175. Schwartz, L., Britten, R. H. y Thompson, L. R. (1928). Studies in Physical Development and Posture. I. The Effect of Exercise on the Physical Condition and Development of Adolescent Boys. *Studies in Physical Development and Posture. I. The Effect of Exercise on the Physical Condition and Development of Adolescent Boys.*, (179). Recuperado de <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/19292701619>.

176. Segatto, E., Lippold, C. y Végh, A. (2008). Craniofacial features of children with spinal deformities. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 9, 169.
177. Šidlauskienė, M., Smailienė, D., Lopatienė, K., Čekanauskas, E., Pribušienė, R. y Šidlauskas, M. (2015). Relationships between Malocclusion, Body Posture, and Nasopharyngeal Pathology in Pre-Orthodontic Children. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 21, 1765–1773.
178. Silvestrini-Biavati, A., Migliorati, M., Demarziani, E., Tecco, S., Silvestrini-Biavati, P., Polimeni, A. y Saccucci, M. (2013). Clinical association between teeth malocclusions, wrong posture and ocular convergence disorders: an epidemiological investigation on primary school children. *BMC Pediatrics*, 13, 12.
179. Sinko, K., Grohs, J.-G., Millesi-Schobel, G., Watzinger, F., Turhani, D., Undt, G. y Baumann, A. (2006). Dysgnathia, orthognathic surgery and spinal posture. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 35(4), 312–317.
180. Smailienė, D., Intienė, A., Dobradziejutė, I. y Kušleika, G. (2017). Effect of Treatment with Twin-Block Appliances on Body Posture in Class II Malocclusion Subjects: A Prospective Clinical Study. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 23, 343–352.
181. Soriano, F. M. Osteología del macizo facial (I). Recuperado de http://www.esorib.com/articulos/Osteolog%C3%ADa_I.pdf
182. Sous Sánchez, J., Navarro Navarro, R., Navarro García, R., Brito Ojeda, M. y Ruiz Caballero, J. (2011). Bases biomecánicas del tobillo. Recuperado de http://acceda.ulpgc.es/bitstream/10553/5753/1/0514198_00024_0002.pdf

183. Staffel, F. (1889). *Die menschlichen Haltungstypen und ihre Beziehungen zu den Rückgratverkrümmungen, von Dr med. Franz Staffel*. Alemania: JF Bergmann.
184. Staheli, L. T. (1987). Rotational problems of the lower extremities. *The Orthopedic Clinics of North America*, 18(4), 503–512.
185. Stavlas, P., Grivas, T. B., Michas, C., Vasiliadis, E., & Polyzois, V. (2005a). The Evolution of Foot Morphology in Children Between 6 and 17 Years of Age: A Cross-Sectional Study Based on Footprints in a Mediterranean Population. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 44(6), 424–428.
186. Stavlas, P., Grivas, T. B., Michas, C., Vasiliadis, E. y Polyzois, V. (2005b). The Evolution of Foot Morphology in Children Between 6 and 17 Years of Age: A Cross-Sectional Study Based on Footprints in a Mediterranean Population. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 44(6), 424–428.
187. Steinmassl, O., Steinmassl, P.-A., Schwarz, A. y Crismani, A. (2017). Orthodontic Treatment Need of Austrian Schoolchildren in the Mixed Dentition Stage. *Swiss Dental Journal*, 127(2), 122–128.
188. Strini, P. J., Machado, N. A., Gorreri, M. C., Ferreira, A. de F., Sousa, G. da C. y Fernandes Neto, A. J. (2009). Postural evaluation of patients with temporomandibular disorders under use of occlusal splints. *Journal of Applied Oral Science: Revista FOB*, 17(5), 539–543.
189. STUTE, W. y Becker, W. (1996). Sakrokranio- mandibuläre Integrationsstörungen. *Becker W. Ganzheitliche Zahnheilkunde in Der Praxis. Spitta-Verlag, Balingen*.

190. Tirado, F. V. y Frutos, J. C. P. (2007). Anatomía de la zona distal de los dedos medios del pie/Anatomy of distal area in the lesser toes of the foot. *Revista Internacional de Ciencias Podológicas*, 1(1), 87.
191. Traldi, A., Valdrighi, H. C., de Souza, L. Z. y Vedovello, S. A. (2015). Evaluation of facial morphology and sagittal relationship between dental arches in primary and mixed dentition. *Dental Press Journal of Orthodontics*, 20(4), 63–67.
192. Trovato, F. M., Roggio, F., Szychlinska, M. A., Borzì, F. y Musumeci, G. (2015). Clinical Kinesiology and Posturology Applied to a Group of Italian Students. A Morphological Observational Study. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 1(1), 16–29.
193. Turbón, D. (2006). *La evolución humana*. Ariel. Recuperado de http://www.educarm.es/templates/portal/images/ficheros/etapasEducativas/secundaria/10/secciones/438/contenidos/7450/daniel_turbon.pdf.
194. Urrutia, E. E. (2007). La rodilla en desarrollo, 3(2), 7.
195. Valentino, B., Fabozzo, A. y Melito, F. (1991). The functional relationship between the occlusal plane and the plantar arches. An EMG study. *Surgical and Radiologic Anatomy: SRA*, 13(3), 171–174.
196. Valentino, B., Melito, F., Aldi, B. y Valentino, T. (2002). Correlation between interdental occlusal plane and plantar arches. An EMG study. *Bulletin Du Groupement International Pour La Recherche Scientifique En Stomatologie & Odontologie*, 44(1), 10–13.
197. Vélez, M. K., Preven-Ergo, E., Valarezo, R. y Freile, P. (2009). Posturología como análisis preventivo de lesiones músculo-esqueléticas. *Empresa Preven-Ergo (Quito-Ecuador)*, 1–5.

198. Vericat, A. y Orden, A. B. (2013). Psychomotor development and its disorders: between normal and pathological development. *Ciencia & Saude Coletiva*, 18(10), 2977–2984.
199. Wang, K., Ueno, T., Taniguchi, H. y Ohyama, T. (1996). Influence on isometric muscle contraction during shoulder abduction by changing occlusal situation. *The Bulletin of Tokyo Medical and Dental University*, 43(1), 1–12.
200. Williams, G. N., Chmielewski, T., Rudolph, K. S., Buchanan, T. S. y Snyder-Mackler, L. (2001). Dynamic knee stability: current theory and implications for clinicians and scientists. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 31(10), 546–566.
201. Woo, S. L., Debski, R. E., Withrow, J. D. y Janaushek, M. A. (1999). Biomechanics of knee ligaments. *The American Journal of Sports Medicine*, 27(4), 533–543.
202. Ximena Ortega, F. (2013). Displasia del desarrollo de la cadera. *Revista Médica Clínica Las Condes*, 24(1), 37–43.
203. Yi, L. C. (2002). Relação da postura corporal com a disfunção da articulação temporomandibular: hiperatividade dos músculos da mastigação. Recuperado de <http://repositorio.unifesp.br/handle/11600/17946>
204. Yoshino, G., Higashi, K. y Nakamura, T. (2003). Changes in weight distribution at the feet due to occlusal supporting zone loss during clenching. *Cranio: The Journal of Craniomandibular Practice*, 21(4), 271–278.



CAPÍTULO VIII: ANEXOS

ANEXO I

CONSENTIMIENTO INFORMADO DEL CENTRO

TÍTULO del estudio:

“Relación entre la posición del pie y maloclusiones dentales” (Programa de Doctorado de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Málaga).

Hemos sido informados convenientemente de:

-La justificación y objetivos de este proyecto de investigación, que se enmarca dentro del Programa de Doctorado de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Málaga.

-Igualmente, conocemos tanto el diseño como los métodos del estudio.

-Estamos informados sobre la privacidad y confidencialidad de la información, almacenamiento y protección de documentos y resultados así como quiénes tendrán acceso a los mismos.

Aspectos Éticos: Se nos informa que este proyecto de investigación se realizará siguiendo las recomendaciones de la Declaración de Helsinki y la normativa legal vigente en nuestro país en materia de investigación clínica, especialmente la Ley 14/2007, de 3 de julio, de Investigación Biomédica. Por todo ello:

Yo, D^a Antonia González Romero, como Directora del C.E.I.P. Josefina Aldecoa (29009417), con dirección en C/ Putt (Añoleta Golf), Torre de Benagalbón (Málaga).

Habiendo consultado con el profesorado implicado y el equipo directivo, habiendo tenido oportunidad de efectuar las preguntas sobre el estudio que hemos creído oportunas y recibiendo respuesta a las mismas, creemos, por tanto, tener suficiente información con relación a este estudio.

Igualmente, hemos hablado con la investigadora, D^a Ana J. Marchena Rodríguez y entendemos que la participación es voluntaria y que las familias son libres de participar o no en el estudio.

También hemos sido informados de forma clara, precisa y suficiente de los siguientes extremos que afectan a los datos personales que se contienen en este consentimiento y en las fichas o expedientes que se abran para la investigación:

-Que estos datos serán tratados y custodiados con respeto a la intimidad de las familias y a la vigente normativa de protección de datos (Ley 15/1999 de Protección de Datos de Carácter Personal), por la que debe garantizarse la confidencialidad de los mismos.

-Sobre estos datos, a las familias les asisten los derechos de acceso, rectificación cancelación y oposición que podrán ejercitar mediante solicitud ante la Dirección del Centro Docente.

-Ninguno de estos datos podrán ser cedidos sin nuestro consentimiento expreso y no lo otorgamos en este acto.

Entendemos que cualquier familia puede abandonar el estudio y retirar su consentimiento:

- Cuando lo desee.
- Sin tener que dar explicaciones.
- Sin que ello afecte a sus cuidados sanitarios.

ANEXO II

HOJA INFORMATIVA PARA LAS FAMILIAS DE LOS ALUMNOS/AS DEL CEIP JOSEFINA ALDECOA

Estimados padres, madres y tutores/as,

Nos ponemos en contacto con ustedes para darles a conocer el estudio que se va a desarrollar en nuestro colegio, colaborando con la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Málaga.

El estudio será llevado a cabo y supervisado directamente por personal cualificado. Esta actividad es estrictamente observacional y, por tanto, no entraña ningún riesgo para el alumno/a del Centro, pero permite, en caso de detección de alguna anomalía (dental o podológica, dentro de los factores a estudiar), ofertar consejo sanitario a los padres, para ello, a las familias de los niños que participen en el estudio recibirá un informe al respecto, y, si se considerase necesaria alguna intervención, podríamos ofertarles la provisión de atención en las consultas colaboradoras.

Los datos obtenidos se incluirán en el registro clínico de atención podológica del Departamento de Enfermería y Podología, respetando la identidad de los participantes conforme a las normas éticas y de protección de datos pertinentes. Esta información se utilizará exclusivamente con finalidad asistencial en el caso de que lo requiriesen los afectados y para la docencia e investigación en procesos podológicos infantiles. Esperamos que valoren positivamente la realización de esta actividad y colaboren en este proyecto, quedando a su disposición para cualquier información relacionada con la salud de los pies y..... de sus hijos.

Atentamente, le enviamos un cordial saludo

D./Dña.....con
 DNI.....Padre, madre o tutor del
 alumno/a.....
 Cursodel Colegio Josefina Aldecoa

Autorizo la realización de la exploración podológica y dental a mi hijo/a.

Málaga, a.....de.....de 2015

Por favor, conteste las siguientes cuestiones simplemente con Si, No o No sabe/No contesta:

	Sí	No	NS/NC
¿Su hijo/a está usando plantillas actualmente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Las ha usado antes?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Realiza actividad deportiva aparte de la escolar? Indique cuál y cuantas horas a la semana.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Su hijo ha sufrido traumatismos graves?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Su hijo ha sido sometido a intervenciones quirúrgicas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Su hijo tiene usó chupete? (indique hasta qué edad)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
¿Su hijo tuvo lactancia materna o artificial?..... ¿ hasta qué edad?.....			
¿Tiene algún hábito como chuparse el dedo, poner lápiz en			

la boca, respira por la boca, ronca al dormir?.....			
Indique cuál.....			
Peso.....Altura.....			

Le agradecemos sinceramente su colaboración en este programa de salud podológica infantil.

ANEXO III



UNIVERSIDAD
DE MÁLAGA



Vicerrectorado de Investigación y Transferencia
Comité Ético de Experimentación de la Universidad de Málaga
(CEUMA)

Nº: 305

Nº de Registro CEUMA: 26-2015-H

INFORME DEL COMITÉ ÉTICO DE EXPERIMENTACIÓN DE LA UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

CEUMA

Reunido el Comité Ético de Experimentación en Málaga, el 1 de abril de 2016, ha evaluado la solicitud del proyecto denominado: "**Relación entre la posición del pie y maloclusiones dentales**", cuyo investigador principal es **D. Gabriel Antonio Gijón Noguero**.

Una vez examinada la documentación presentada y verificados aquellos aspectos relacionados con la ética y la legislación en materia de investigación que se indican:

- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto, teniendo en cuenta los beneficios esperados.

- El procedimiento para obtener el consentimiento informado, incluyendo la hoja de información al sujeto son correctos.

- La idoneidad del procedimiento experimental, especialmente la posibilidad de alcanzar conclusiones válidas de acuerdo con los objetivos establecidos.

- La capacidad del investigador principal y sus colaboradores los medios y las instalaciones previstas son apropiados para llevar a cabo dicho estudio.

- El alcance de las compensaciones y motivaciones previstas no interfiere con el respeto a los postulados éticos.

Acuerda por consenso emitir Informe Ético **FAVORABLE** para dicho proyecto.

Para que así conste D. JUAN TEODOMIRO LÓPEZ NAVARRETE, Vicerrector de Investigación y Transferencia y Presidente del Comité Ético de Investigación de la Universidad de Málaga lo firma, en Málaga a 1 de abril de 2016.

Fdo.: Juan Teodomiros López Navarrete



EFQM ■ AENOR



Pabellón de Gobierno, planta 3ª. Campus El Ejido. 29071. Tel.: 952 13 42 04
E-mail: ceuma@uma.es

Página 1 | 2

ANEXO IV

FECHA RECOGIDA DE DATOS

NOMBRE DEL PARTICIPANTE (Num de referencia):

EDAD:

Foot Posture Index Datasheet

	FACTOR	PLANE	SCORE 1		SCORE 2		SCORE 3	
			Date	Comment	Date	Comment	Date	Comment
			Left (-2 to +2)	Right (-2 to +2)	Left (-2 to +2)	Right (-2 to +2)	Left (-2 to +2)	Right (-2 to +2)
Rearfoot	Talar head palpation	<i>Transverse</i>						
	Curves above and below lateral malleoli.	<i>Frontal/ trans</i>						
	Inversion/eversion of the calcaneus	<i>Frontal</i>						
Forefoot	Bulge in the region of the TNJ	<i>Transverse</i>						
	Congruence of the medial longitudinal arch	<i>Sagittal</i>						
	Abd/adduction of forefoot on rearfoot (too-many-toes).	<i>Transverse</i>						
	TOTAL							

ÁNGULO DE CLARKE IZQUIERDO	ÁNGULO DE CLARKE DERECHO

CLASIFICACIÓN DENTARIA SEGÚN ANGLE (I, II o III):

ANEXO V

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

- LCP Ligamento cruzado posterior.
- LLE Ligamento lateral externo.
- LLI Ligamento lateral interno.
- SNC Sistema Nervioso Central.
- ATM Articulación temporomandibular.
- TTM Trastorno temporomandibular.
- CG Centro de gravedad.
- DCM Disfunciones craneomandibulares.
- DTM Disfunciones temporomandibulares.
- IMC Índice de masa corporal.
- FPI Foot Posture Index.
- CA Ángulo de Clarke.

CAPÍTULO IX: PUBLICACIONES



Relationship between foot posture and dental malocclusions in children aged 6 to 9 years

A cross-sectional study

Ana Marchena-Rodríguez, MsC^a, Noelia Moreno-Morales, PhD^b, Edith Ramírez-Parga, MD^c,
María Teresa Labajo-Manzanares, PhD^b, Alejandro Luque-Suárez, PhD^b, Gabriel Gijon-Nogueron, PhD^{a,*}

Abstract

The aim of this study was to determine the association, if any, between foot posture and dental malocclusions in the anteroposterior plane, in children.

The study population consisted of 189 children (95 boys and 94 girls) aged 6 to 9 years. In every case, previous informed consent was requested and obtained from the parent/guardian and the study was approved by the Ethics Committee of the University of Málaga (CEUMA 26/2015H).

This observational, descriptive, cross-sectional analysis is based on a study population (STROBE). Qualified personnel conducted a podiatric and dental examination of each child, recording the Clarke angle and the foot posture index (FPI) as an outcomes measure in the feet, and also dental malocclusions, according to Angle classification.

A significant correlation was observed for the FPI scores (for right foot) as well as the Clarke angle (for right foot), in relation to dental malocclusions as determined by Angle classification ($P < .001$). Of all the supinated feet analyzed, 38.46% were Class II according to Angle classification, and none were Class III. Of the pronated feet, 48.57% were Class III, 42.85% were Class I, and 8.57% were Class II.

The Clarke angle decreases with the progression from Class I to III, whereas the FPI increases with that from Class I to III. These findings suggest there is a relation between the Clarke angle and FPI, on the one hand, and dental malocclusion on the other.

Abbreviations: CEUMA = Ethics Committee of the University of Málaga, FPI = Foot Posture Index, ICC = intraclass correlation coefficient, STROBE = Strengthening The Reporting of Observational studies in Epidemiology, WHO = World Health Organization.

Keywords: children, dental malocclusions, foot posture, temporomandibular disorders

1. Introduction

There is growing research interest in determining possible correlations between the stomatognathic system and body posture.^[1,2] However, there is considerable controversy as to whether any correlations observed in experimental studies are actually of clinical relevance.

Editor: Vasile Valeriu Lupu.

The authors report no conflicts of interest.

AM-R and AL-S contributed equally to this work.

Ethical approval: All procedures performed in studies involving human participants were in accordance with the ethical standards of the institutional and/or national research committee and with the 1964 Helsinki declaration and its later amendments or comparable ethical standards (CEUMA 26/2015H).

Informed consent: Informed consent was obtained from all individual participants (parents) included in the study.

^a Department of Nursing and Podiatry, ^b Department of Physiotherapy, University of Málaga, ^c Private Dental Clinic, Carvajal & Ramírez, Málaga, Spain.

* Correspondence: Gabriel Gijon-Nogueron, Department of Nursing and Podiatry Faculty of Health Sciences, University of Malaga, Arquitecto Francisco Peñalosa 3, Ampliación de Campus de Teatinos, Málaga 29071, Spain (e-mail: gagijon@uma.es).

Copyright © 2018 the Author(s). Published by Wolters Kluwer Health, Inc. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution-NoDerivatives License 4.0, which allows for redistribution, commercial and non-commercial, as long as it is passed along unchanged and in whole, with credit to the author.

Medicine (2018) 97:19(e0701)

Received: 25 October 2017 / Accepted: 20 April 2018

<http://dx.doi.org/10.1097/MD.000000000010701>

According to this hypothesis, functional disturbances (e.g., in chewing and swallowing) of the masticatory muscles may be transmitted to distal musculature along “muscle chains.” Masticatory disorders, therefore, may provoke postural asymmetries and/or pain conditions, affecting in particular the musculature of the head and neck, shoulder, lower back and leg. Valentino et al (1991) used electromyography to reveal a functional relationship between mastication muscles and leg muscles, after artificially creating interdental occlusal dysfunction.^[3]

It has also been suggested that this etiological chain of events may be reversed,^[4] via the concept of the kinetic chain, that is, that coordinated motion derives energy from the lower extremity through the trunk up to the upper extremity,^[5] through the coordinated sequencing of the segments. Thus, sequential activation of the lower extremities, pelvis, and trunk muscles is required to facilitate the transfer of appropriate forces from these body segments to the upper extremities.^[6] Several studies have reported that biomechanical dysfunction of the trunk or lower extremities, involving core stability, hip range of motion, and foot posture, are related to elbow and shoulder injuries.^[7,8] Body posture can be defined as the alignment of the torso and head with respect to gravity, the point of support, the field of vision, and internal references. Therefore, body posture is a static moment with very limited periods of oscillation, whereas body balance is a dynamic moment that can be maintained even if a major or minor oscillation of the body occurs.^[9] Postural attitude is defined as the general posture of the joints in the body at a given time, whereas static postural alignment is the relative positioning

of several body segments and joints. Postural alterations may affect various body systems, including the stomatognathic system,^[10] and posture-related pathologies are known to affect different parts of the body. Thus, the dental system might be influenced by disorders of the cervical spine,^[11] pelvic, lordotic or thoracic inclination,^[12] pelvic rotation,^[13] and/or alterations in the body-muscle balance that could influence the mandibular position and facial morphology.^[14]

The foot is subject to many possible alterations affecting plantar support. Foot disorders may affect the transversal, the frontal, or the sagittal plane. Transversal plane alterations include abductus and adductus foot. With respect to alterations to the frontal plane, the foot may be varus or valgus. On the sagittal plane, alterations can produce talus or equinus of the foot.^[15] However, dental occlusion refers to the alignment of the teeth and to the intercuspal position. Malocclusion can affect various functions, including facial aesthetics and the status of the stomatognathic system. It is defined as a deviation from proper dental organisation, and can occur during craniofacial development. A classification of malocclusions was first proposed by Angle,^[16] based on the anteroposterior position of the first molar, the malocclusion of which can affect skeletal relations. Alterations may occur in the vertical, sagittal, or transverse plane. The etiology of malocclusion is multifactorial, and subject to the influence of environmental and genetic factors. The prevalence of occlusal alterations in the anteroposterior position has been determined in various adolescent populations, with reported values of 70% in the United States, 77% in Venezuela, and 88% in Colombia. In Europe, the most prevalent malocclusion is Class I (normal molar occlusion) (79% of cases), followed by Class II (disto-occlusion) (18%) and class III (mesio-occlusion) (3%).^[17–19]

According to the World Health Organization (WHO), malocclusions are the third most prevalent oral alteration among adults, after caries and periodontal disease. However, for the pediatric population worldwide, it ranks second in prevalence, preceded only by caries.^[20] Among children, the prevalence among different age groups ranges from 20% to 93%.^[21] A reliable diagnosis of the anteroposterior relationship between the dental arches may be made when complete primary dentition is achieved.^[22] The range of postural alterations that can be readily compensated is greater in healthy individuals than in patients with occlusal problems.^[14] Currently, most published data in this field refer to the effects of dental occlusion on head and body posture,^[23–25] and very little information is available on the inverse effects of posture on malocclusion.^[3,26]

Several risk factors are related to dental malocclusions.^[27–29] Among these are structural disorders for temporal occlusion (the absence of diastemas in the upper and/or lower arch, upper and/or lower dental crowding, non-coincident mid-lines, and so on). Other risk factors are postnatal, such as the premature loss of temporary molars or other temporary teeth, trauma with the loss of anterior teeth or proximal caries. Problems may also be related to demographic characteristics, such as inadequate oral hygiene, irregular or non-existent dental examination, or an inappropriate diet.^[30,31] In addition, ethnicity has been associated with dental disorders. Thus, Traldi et al (2015) observed a relationship between ethnicity and facial morphology. On the contrary, these authors observed no association between ethnicity and dental arches.^[22] However, another study reported that 60% of whites presented Class I malocclusion.^[32]

Various alterations have been associated with dental malocclusions in children, including alterations in dentofacial aes-

thetics, chewing, breathing, speech, and physical and psychological balance.^[33–36] The main clinical manifestations of mouth breathing appear in the craniofacial structures. Mouth breathers frequently suffer from dental malocclusions and craniofacial bone abnormalities. Chronic muscle tension around the oral cavity can widen the craniovertebral angle, affecting the posterior position of the mandible and narrowing the maxillary arch. The most common dental alterations are Class II malocclusions (total or partial) with the protrusion of the anterior teeth, cross bite (unilateral or bilateral), anterior open bite, and primary crowded teeth.^[35]

Recent developments in the field of podiatry have spurred interest in treating foot complaints in the context of the whole body, and not in isolation. Therefore, it would be interesting to consider whether there exists an element of interrelation by which a craniomandibular dysfunction could be transmitted, via the muscular system, to the lower limbs, and vice versa, and if so, what form this interrelation might take.^[37] Studies have been conducted to correlate body posture and pathologies of the temporomandibular system, but the findings reported are inconclusive and the question remains controversial.^[38–40] In the present study, the age range was selected taking into account that malocclusions often start at an early age, being present in about 50% of primary teeth, a value that in some cases can rise to 70%.^[41] The early recognition (at 6–9 years of age) of incipient malocclusions and, if appropriate, the provision of simple orthodontic attention could minimize or eliminate the need for costly treatment in the future.^[42]

In addition, it may be possible to establish the anteroposterior relationship between the dental arches as soon as the primary dentition is complete,^[22] and thus take initial steps toward establishing a protocol for early, multidisciplinary intervention in children, and optimizing the treatment provided. Accordingly, the aim of this article is to determine whether there is any correlation between foot posture, footprint parameters, and anteroposterior malocclusions.

2. Material and method

2.1. Design and sample

This observational, descriptive, cross-sectional analysis is based on a study population of 189 children (95 boys and 94 girls), aged 6 to 9 years, who were recruited during 2016, from a randomly selected public sector school in the province of Malaga, Spain by a sequence generator (<http://www.random.org>). Participants were selected for this study consecutively from those who satisfied the inclusion criteria (see below), following the STROBE (Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology) checklist. The following inclusion criteria were applied: aged 6 to 9 years and informed consent provided by parent or guardian. Parents/guardians were previously informed about the study and completed a questionnaire with the data required on the participants. Exclusion criteria were: previous surgery of the lower limbs or the upper body; previous severe trauma that altered the child's initial posture; previous orthodontic and/or orthosis treatment; nonemergence of sufficient teeth to determine the dental classification; the presence of certain postural habits (reported by parents) such as thumb sucking, sucking objects, tongue protrusion, w-sitting or inadvisable postures while sleeping, or sitting in class.

This study was carried out in full accordance with the Declaration of Helsinki on ethical principles for medical research

involving human subjects, and was approved by the Ethics Committee of the University of Málaga (CEUMA 26/2015H) (Spain).

The sample size was determined by application of the EPIDAT program, using a post hoc pilot sample to evaluate the statistical power, and analyzing foot posture measurements by the FPI and the Clarke angle for footprint parameters, for the 3 groups of dental malocclusion according to Angle's classification. The study was designed to detect changes exceeding 0.8 (high effect size) for a variation of the sample according to the above classification, with a type I error of 0.05 and a type II error of 0.2. This calculation produced a necessary sample size of 148 subjects, although in fact 189 were included, thus comprising the post hoc sample used for the calculation.

2.2. Procedure

Participants were selected by addressing a questionnaire to the parents/guardians of children within the stipulated age range, at the school chosen for this purpose. The questionnaire asked about the children's postural habits, concerning both the mouth and the lower extremities, including aspects such as thumb sucking, mouth breathing, snoring, previous traumas, previous orthodontic treatment, w-sitting, certain sleeping positions, and the use of plantar supports. All of these factors are incorporated into the inclusion/exclusion criteria applied in this study.

Following examination by the orthodontist and the podiatrist, any children found to be lacking the dental structures necessary for evaluation was excluded from the study.

For greater precision, 2 foot-related variables were measured: foot posture, to detect alterations in the 3 planes; and the footprint, to focus on the support provided and to determine whether any of these parameters was particularly influential.

2.3. Foot Posture Index

The first variable studied concerned the foot. Thus, the foot posture index (FPI) was obtained by an expert podiatrist, who was blinded to the results obtained by the orthodontist. The intraclass correlation coefficient (ICC) for intraobserver agreement was 0.95 to 0.98, a good result that is in line with the value of 0.893 to 0.958 reported previously.^[43] The FPI is a 6-point tool for clinical assessment^[44] that achieves acceptable levels of validity.^[45] This index evaluates the multisegmental nature of foot posture in all 3 planes, and does not require the use of specialized equipment. Each index point is scored between -2 and +2, and so the possible total ranges from -12 (highly supinated) to +12 (highly pronated). The FPI measurements were collected at baseline to classify the results into supinated (-12 to -4), neutral (0 to +5), pronated (+6 to +8), and overpronated (+9 to +12),^[46] and the following points were considered: talar head palpation, supra and infralateral malleolar curvature, calcaneal inversion/eversion, talo-navicular prominence, congruence of the internal longitudinal arch and abduction/adduction of the forefoot with respect to the rear foot (Fig. 1). The participants were evaluated in a relaxed position, standing on a bench at a height of 50 cm to facilitate measurement.

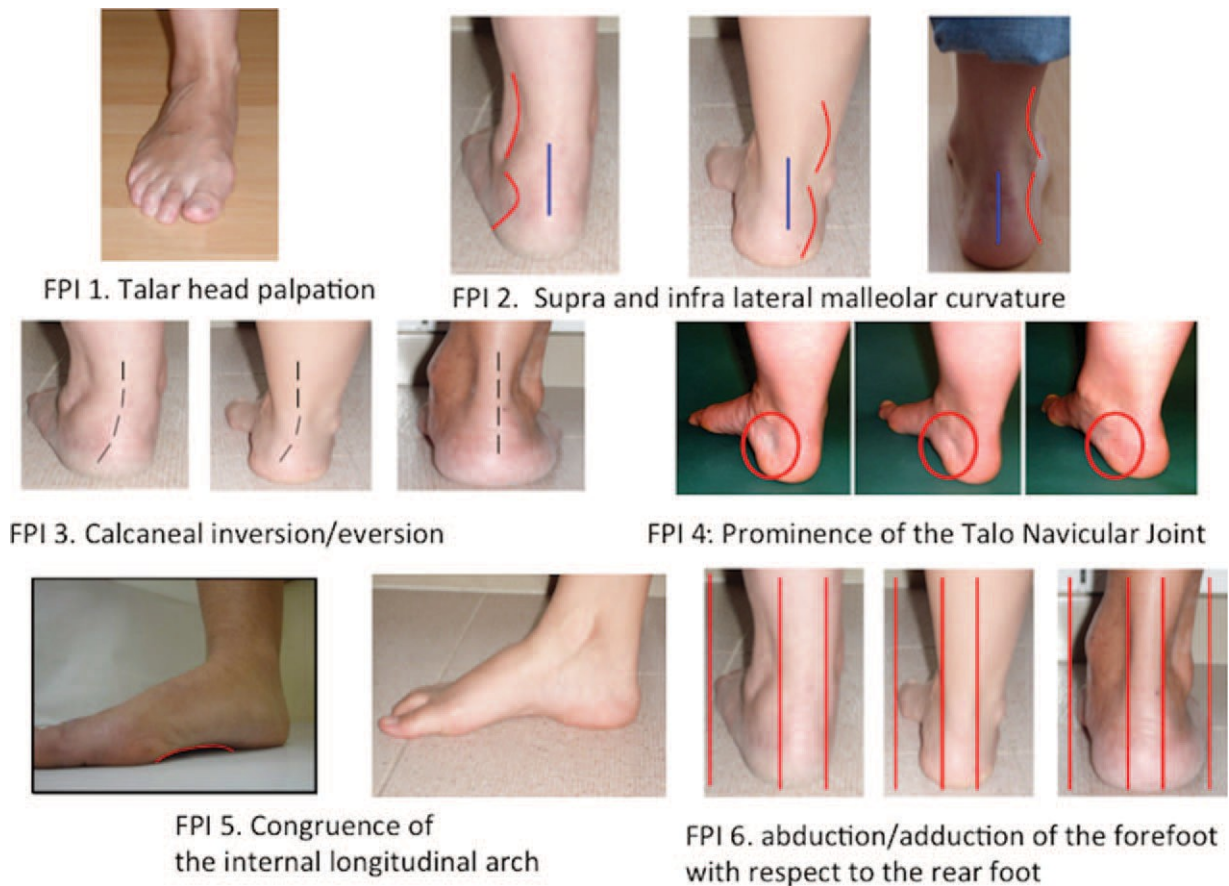


Figure 1. Different measures of the Foot Posture Index.



Figure 2. Measure of the Clarke angle.

2.4. The clarke angle

The second foot posture measure used was the Clarke angle, which was obtained by tracing on a pedigraph, for both feet, a straight line toward the inner part of the footprint, originating from the contact point with the medial line and tangential to the metatarsus and the heel, and tangential to the convexity of the impression between the metatarsus and the isthmus (Fig. 2). The values obtained were classified into 4 types of posture: flatfoot/severe pronation (0–29.9 degree); moderate flatfoot/pronation (30–34.9 degree); intermediate (physiological flatfoot and normal) (35–42 degree); normal foot (normal to cavus) (>42 degree). These values were established by Clarke.^[47] The Clarke angle achieves a reliability coefficient of 0.97, as computed in a duplicate test.^[48] It has been used in pediatric practice^[49,50] and validated in this type of population.^[51,52]

2.5. Angle dental classification

In the oral cavity, anteroposterior dental malocclusions were assessed by reference to the transverse plane, according to Angle classification. This approach enabled us to determine the anteroposterior relationship between the upper and lower arches, which was classified as Class I, II or II. This relationship can be determined for the molars and/or the canines.^[16,53,54] In the present study, participants whose first molars were absent were excluded to ensure a more homogeneous sample.

This classification is as follows:

- Class I, normal molar occlusion: normal relative position of dental arches in the mesiodistal direction, with malocclusions usually limited to the anterior teeth. The mesiobuccal cusp of the maxillary first molar aligns with the mesiobuccal groove of the mandibular first molar.
- Class II, disto-occlusion: retrusion of the lower jaw, with distal occlusion of the lower teeth. The lower arch is retracted relative to the upper. In the anterior sector, malocclusion may be present in different ways.
- Class III, mesio-occlusion: protrusion of the lower jaw, with mesial occlusion of the lower teeth. The mandibular arch is advanced, with respect to the upper arch. In the anterior sector, this relationship is usually reversed, with the lower teeth occluding ahead of the upper ones^[16] (Fig. 3).

The study data were collected by direct observation of the oral cavity, by an experienced orthodontist with more than 20 years of experience in the field private clinic, who was blinded to the podiatric results. Each participant was classified according to the dental occlusion observed. To avoid interoperator bias, all dental examinations were performed by a single orthodontic specialist. The reliability of the examiner was confirmed by intraexaminer repeat examinations for 30 subjects. The intra- rater ICC was 0.94 to 0.97.

The dental examinations were performed under natural light, in accordance with WHO recommendations. All the photographs obtained were taken by the examiner at the school, using, among other instruments, a flat dental mirror and a probe. Molar Classes I, II, and III were recorded, using the first permanent molars as reference teeth. Cases of half-cusp displacement less than normal were considered class I.^[54]



Figure 3. Angle's dental classification.

Table 1
Anthropometric data and foot measurements.

	Mean	SD	95% CI	
Age, y	7.76	1.05	7.61	7.91
BMI kg/m ²	17.50	3.36	17.02	17.98
Clarke angle right, degrees	33.48	5.59	32.68	34.28
Clarke angle left, degrees	34.35	5.79	33.52	35.18
FPI Right	4.54	2.29	4.22	4.87
FPI left	3.47	2.38	3.13	3.81

CI = confidence interval, FPI = Foot Posture Index, SD = standard deviation.

2.6. Statistical analysis

To preserve the independence of data,^[55] and based on the strong correlation between FPI scores for left and right feet achieved in previous studies,^[44] although both were measured, for further statistical analysis only 1 foot (the right, chosen at random) was included in the statistical analyses.

The data were analyzed using SPSS 22.0 computer software (SPSS Science, Chicago, Illinois). The Kolmogorov-Smirnov test was applied to data that presented an abnormal distribution. The nonparametric Kruskal-Wallis test was applied to the variables FPI, Clarke angle, and Angle classification. The bivariate relationship between Clarke and FPI was determined using the Pearson correlation test. The level of significance adopted for all statistical analyses was $P < .05$.

3. Results

In the study sample of 189 children, the average FPI for the left foot was 3.47 ± 2.38 . Of these 189 feet, 18.5% were pronated and 6.7% were supinated. For the right foot, the FPI was 4.53 ± 2.29 , and 31.8% were pronated, and 3.7% supinated. The mean Clarke angle for the left foot was 34.34 ± 5.78 degree. Of these feet, 29.1% were moderately flat, 12.2% were flat, and 2.1% were cavus. The

Table 2
Relation between foot measurements and dental malocclusions.

	N	Mean	SD	95% CI		P
Clarke angle						
Angle I	128	33.69	5.07	32.80	34.58	
Angle II	41	35.46	4.37	34.09	36.84	<.001
Angle III	20	28.10	7.59	24.55	31.65	
FPI						
Angle I	127	4.49	1.93	4.15	4.83	
Angle II	41	3.63	2.67	2.79	4.48	<.001
Angle III	20	6.70	2.32	5.62	7.79	

CI = confidence interval, FPI = Foot Posture Index, SD = standard deviation.

corresponding values for the right foot were 33.48 ± 5.58 degree, with 37.6% moderately flat, 16.4% flat, and 2.1% cavus (Table 1).

According to Angle dental classification, the participants presented 67.7% Class I malocclusion, 21.7% Class II, and 10.6% Class III.

The mean values for the foot measurements were well correlated, with $P < .01$ and a correlation of $r = -0.610$ among measures of the right foot.

In our analysis of the variables for the foot compared to the dental classification, there was found to be a relation between FPI and the Clarke angle and the dental classification, at $P < .001$. The Clarke angle tends to decrease as Angle classification increases from Class I to III, whereas the FPI is greater as Angle classification increases from Class I to III (Table 2).

Of the 13 supinated feet (6.7% of the total), 8 were Class I and 5 were Class II in Angle classification. Of the supinated feet, 38.46% were Class II, whereas none were Class III (Fig. 4).

Of the 35 pronated feet, 17 were Class III, 15 were Class I, and 3 were Class II. Of the 35 pronated feet, 48.57% were Class III, 42.85% were Class I, and 8.57% were Class II (Figure 4).

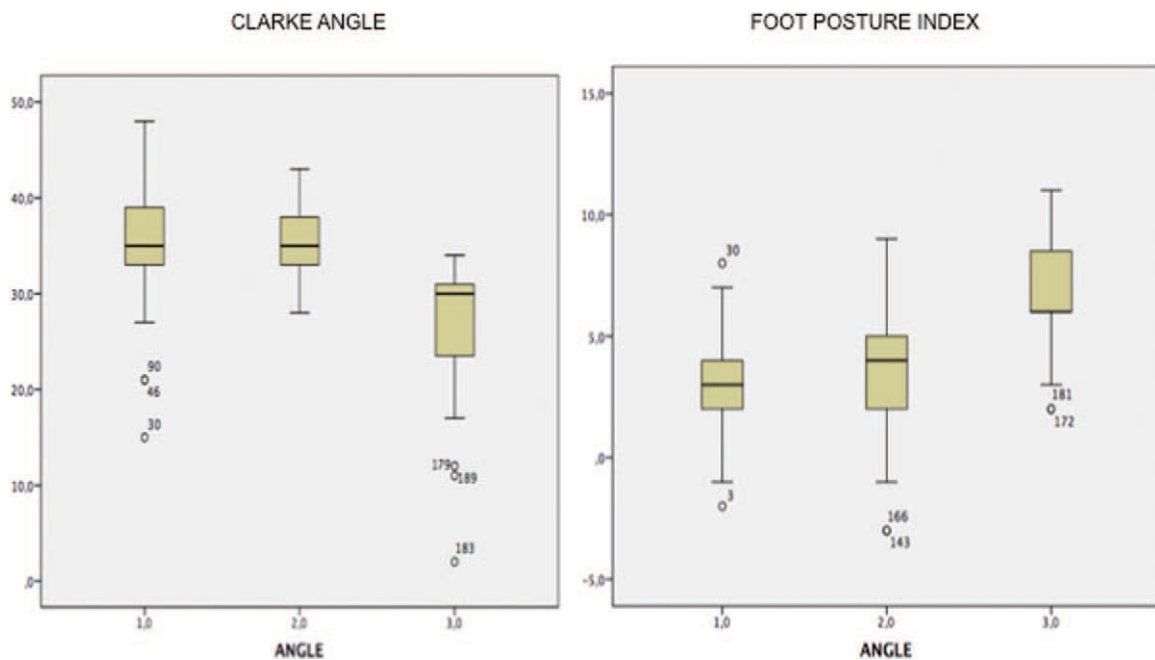


Figure 4. Box-and-Whisker plot of changes between Foot Posture Index, the Clarke angle, and Angle classification.



Class III

FPI with value above 5

Figure 5. A participant who presented Class III in Anglé classification and a foot posture index >5.

Of the 20 participants who presented Class III in Angle's classification (10.6% of the study population), 85% presented a FPI with values >5, that is, with right pronated foot (Fig. 5).

4. Discussion

Our hypothesis is that there may be a relation between variables as apparently unconnected as dental malocclusions and foot posture. If this were so, further study should be undertaken to design a multidisciplinary health action protocol and thus facilitate early diagnosis and treatment. This study addresses an issue that is of great interest in a wide range of fields, especially in podiatry, but which has only recently attracted research attention.

Recent developments in the field of podiatry have spurred interest in treating foot complaints in the context of the whole body, and not in isolation. The aim of this study is to examine whether there is any correlation between foot posture (determined by FPI), footprint parameters and dental malocclusions in the anteroposterior plane in children aged 6 to 9 years.

Taking into account that no previous studies have been undertaken to analyze this issue, we sought to investigate the source of the problem, taking into account that an important question is that of the direction of the relation (if any), that is, ascending or descending. Supinated feet comprised 6.7% of the study sample (13 children), and of these 38.46% presented class II Angle classification, whereas none presented class III. In terms of kinetic chains, it has been shown (although on the basis of little evidence) that temporomandibular dysfunction may be related to back problems, headache, and craniocervical postural misalignment.^[56]

Of the 35 pronated feet in our study sample, 48.57% presented Class III Angle classification and 8.57% were Class II. In 2013, Novo et al^[57] reported that when Class II or Class III was present, children adopted positions that allowed them to compensate for their mandibular retraction or protrusion, respectively, by seeking a postural balance. Many studies have examined the relationship between the stomatognathic apparatus and body posture,^[9] but few have been conducted to consider possible

relations with more distant segments, taking into account variables providing suitable validity and reliability for both segments; among these, Rothbart^[58] examined the relation between pronated feet, the innominate bones and vertical facial dimensions, and observed a positive relation between relatively pronated feet, anterior rotation of the hip, and a shortening of the vertical facial dimension. Valentino,^[26] in a study based on electromyography, detected a correlation between the interdental occlusal plane and the muscles of the plantar arches.

Our results suggest there may be a strong relationship between foot posture and footprint parameters, on the one hand, and alterations in the anteroposterior plane of the occlusal tooth, although because of the dearth of research on this question we can only speculate on the real cause of this relation. Further study is required, using electromyography or movement analysis, to determine the relationship of the variables. In this respect, Novo et al^[57] analyzed 298 children aged 5 to 10 years and assessed the footprint by marking the sole with ink and examining the areas of maximum support on paper. Our own study used the Clarke angle, as defined in the scientific literature.^[48] A similar approach was taken by Cuccia,^[59] who assessed the footprint using a pressure platform, in a study of 84 subjects with temporomandibular dysfunction and a control group of 84 with no such alteration. Differences in the plantar arch were observed between the case and control groups, but the same problems of measurement arose as in the previous study discussed.

Other studies made have been based on a single case report, such as Baldini^[60] and Rivero et al.^[61] The first of these analyzed a clinical case of dysfunction of the oral cavity and its relation with postural balance, measured on a force platform after the application of an intraoral splint. The second article analyzed the greater support on the right side of the rearfoot observed in a patient with Class III malocclusion.

According to Cuccia and Caradonna,^[2] various studies suggest that different mandibular positions favor changes in body posture, affecting the position of the centre of pressure of the foot and gait stability.^[62] These findings are similar to our own, but were obtained using different instruments. Chessa et al^[63] used a stabilometric platform to evaluate posture changes in patients

with cranio-cervico-mandibular disorders before and after treatment for malocclusion. Their analysis showed that adoption of the plaque facilitated a rebalance of the postural system, without affecting the visual system. After treatment, 64% of patients experienced remission of pain symptoms with orthotic therapy. These authors concluded that the relationship between malocclusion and posture should be viewed from a holistic standpoint in order to achieve an overall therapeutic outcome. In the present study, although some associations were found, the evidence was insufficient to demonstrate a cause-effect relation, because of the nonconsideration of confounding variables that might have influenced the results obtained. Accordingly, our findings should be considered with caution, and taking into account that this is the first such cross-sectional observational study of children to be conducted.

A major limitation to our analysis could be a failure to consider the effects of natural change in growing children. However, in the understanding that it is from the age of 6 to 9 years that dental and podiatric treatment is usually started, expanding the sample and attempting to treat all the children who require it at an appropriate age would have greatly complicated the study design and implementation. Moreover, it was taken into account that the anteroposterior relationship between the dental arches can be established when primary dentition is completed, without the need to wait for mixed dentition to be present.^[22] Another possible limitation to our study is the absence of a cephalometric analysis. Such a study, obviously, would provide information impossible to obtain by other means, but the aim of this study was to observe dental and non-skeletal malocclusion, clearly differentiating these concepts. Therefore, we decided not to perform radiographic studies of this population, as information on dental malocclusion can be obtained observationally.

Neither the vertical facial dimension nor the participants' body weight nor the type of body morphology was included as study variables. However, it might be useful to introduce these variables in future research, to determine whether they are relevant to the results obtained.

If a direct relationship was obtained between the study variables, this would represent an initial step toward providing a balanced, multidisciplinary approach to ensure the success of this treatment, with the publication of a protocol for early intervention. Clearly, clinical action addressing functional disorders of the mouth and teeth during periods of peak growth is important to prevent these alterations from becoming consolidated.

Experience has shown that the treatment of malocclusions at an early age is efficient and produces more stable results than at older ages.^[64] Furthermore, it is important to note that the anteroposterior relationship established between the dental arches can be determined when the primary dentition is complete, without needing to wait for the mixed dentition to arrive.^[22] At the podiatry level, it is from the age of 6 years when the physiological values are lost and more reliable measurements can be obtained.

Given the scant literature available on this research subject, and the controversy it nevertheless generates, a systematic review should be performed to evaluate the current knowledge available of the questions we consider. Such a review could lay solid foundations for a more extensive investigation.

In addition, a longer-term study is needed to take into account the effects of natural growth; alternatively, a study population with a wider age range, and with medium-term monitoring, should be considered so that the evolution of the participants can

be properly determined. Other relevant variables that could be considered in future research include body mass index, sex, ethnicity, and the level of physical activity. As knowledge of this topic is currently so limited, this expanded approach would add great value to the results we present.

This initial study is intended to indicate useful directions for future broader-based research, enabling it to overcome the limitations of our work and advance it so that definitive conclusions may be reached concerning the presence or absence of correlations among the study variables.

5. Conclusions

We suggest there may be a relation between the Clarke angle, on the one hand, and the FPI, on the other, with dental malocclusion, such that the Clarke angle tends to decrease as Angle classification increases from Class I to III, whereas the FPI is greater as Angle classification increases from Class I to III. None of our study population had a supinated foot in association with Angle Class III, while approximately 50% of the pronated feet were associated with Angle Class III.

Author contributions

Conceptualization: Ana Marchena-Rodríguez, Noelia Moreno-Morales, Alejandro Luque-Suarez, Gabriel Gijon-Nogueron.

Data curation: Ana Marchena-Rodríguez, Edith Ramirez-Parga, Noelia Moreno-Morales, Alejandro Luque-Suarez, Gabriel Gijon-Nogueron.

Formal analysis: Ana Marchena-Rodríguez, Maria Teresa Labajos-Manzanares, Alejandro Luque-Suarez, Gabriel Gijon-Nogueron.

Investigation: Ana Marchena-Rodríguez, Alejandro Luque-Suarez, Gabriel Gijon-Nogueron.

Methodology: Noelia Moreno-Morales, Maria Teresa Labajos-Manzanares, Alejandro Luque-Suarez, Gabriel Gijon-Nogueron.

Validation: Gabriel Gijon-Nogueron.

Writing – original draft: Ana Marchena-Rodríguez, Alejandro Luque-Suarez, Gabriel Gijon-Nogueron.

Writing – review & editing: Ana Marchena-Rodríguez, Edith Ramirez-Parga, Noelia Moreno-Morales, Maria Teresa Labajos-Manzanares, Alejandro Luque-Suarez, Gabriel Gijon-Nogueron.

References

- [1] Hanke BA, Motschall E, Türp JC. Association between orthopedic and dental findings: what level of evidence is available? *J Orofac Orthop* 2007;68:91–107.
- [2] Cuccia A, Caradonna C. The relationship between the stomatognathic system and body posture. *Clinics* 2009;64:61–6.
- [3] Valentino B, Fabozzo A, Melito F. The functional relationship between the occlusal plane and the plantar arches. An EMG study. *Surg Radiol Anat* 1991;13:171–4.
- [4] Farella M, Michelotti A, Pellegrino G, et al. Interexaminer reliability and validity for diagnosis of temporomandibular disorders of visual leg measurements used in dental kinesiology. *J Orofac Pain* 2005;19: 285–90.
- [5] Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part III: The SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy* 2003;19:641–61.
- [6] Kaur N, Bhanot K, Brody LT, et al. Effects of lower extremity and trunk muscles recruitment on serratus anterior muscle activation in healthy male adults. *Int J Sports Phys Ther* 2014;9:924–37.

- [7] Feigenbaum LA, Roach KE, Kaplan LD, et al. The association of foot arch posture and prior history of shoulder or elbow surgery in elite-level baseball pitchers. *J Orthop Sports Phys Ther* 2013;43:814–20.
- [8] Pontillo M, Spinelli BA, Sennett BJ. Prediction of in-season shoulder injury from preseason testing in division I collegiate football players. *Sports Health* 2014;6:497–503.
- [9] Roggia B, Filha S, Dos VAV, et al. Posture and body balance of schoolchildren aged 8 to 12 years with and without oral breathing. *CoDAS* 2016;28:395–402.
- [10] Fuentes Fernández R, Carter P, Muñoz S, et al. Evaluation of validity and reliability of a methodology for measuring human postural attitude and its relation to temporomandibular joint disorders. *Singapore Med J* 2016;57:204–8.
- [11] Smailiene D, Intiene A, Dobradziejute I, et al. Effect of treatment with twin-block appliances on body posture in class II malocclusion subjects: a prospective clinical study. *Med Sci Monit* 2017;23:343–52.
- [12] Lippold C, Danesh G, Schilgen M, et al. Relationship between thoracic, lordotic, and pelvic inclination and craniofacial morphology in adults. *Angle Orthod* 2006;76:779–85.
- [13] Lippold C, Danesh G, Hoppe G, et al. Trunk inclination, pelvic tilt and pelvic rotation in relation to the craniofacial morphology in adults. *Angle Orthod* 2007;77:29–35.
- [14] Ferrario VF, Sforza C, Schmitz JH, et al. Occlusion and center of foot pressure variation: is there a relationship? *J Prosthet Dent* 1996;76:302–8.
- [15] Moreno de la Fuente JL, González M, Toledano M. Alteraciones posturales del aparato locomotor con repercusión en el pie y viceversa. En: *Masson Podología general y biomecánica Barcelona* 2003;103–17.
- [16] Angle EH. Classification of malocclusion. *Dent Cosmos* 1899;41: 248–64.
- [17] Perinetti G, Cordella C, Pellegrini F, et al. The prevalence of malocclusal traits and their correlations in mixed dentition children: results from the Italian OHSAR Survey. *Oral Health Prev Dent* 2008;6:119–29.
- [18] Bermúdez P, Arbeláez A, Guerra JP, et al. Perfil epidemiológico de la oclusión dental, en escolares de 6 a 12 años, del Colegio Universidad Cooperativa de Colombia, corregimiento de San Antonio De Prado. *Rev Colomb Investig En Odontol* 2011;2:134–40.
- [19] Steinmassl O, Steinmassl P-A, Schwarz A, et al. Orthodontic treatment need of austrian schoolchildren in the mixed dentition stage. *Swiss Dent J* 2017;127:122–8.
- [20] World Health Organization Oral Health Surveys-Basic Methods. Geneva 1997.
- [21] Kasparaviciene K, Sidlauskas A, Zasciurinskiene E, et al. The prevalence of malocclusion and oral habits among 5-7-year-old children. *Med Sci Monit* 2014;20:2036–42.
- [22] Traldi A, Valdrighi HC, de Souza LZ, et al. Evaluation of facial morphology and sagittal relationship between dental arches in primary and mixed dentition. *Dent Press J Orthod* 2015;20:63–7.
- [23] Manfredini D, Castroflorio T, Perinetti G, et al. Dental occlusion, body posture and temporomandibular disorders: where we are now and where we are heading for. *J Oral Rehabil* 2012;39:463–71.
- [24] Gogola A, Saulicz E, Matyja M, et al. Assessment of connection between the bite plane and body posture in children and teenagers. *Dev Period Med* 2014;18:453–8.
- [25] Aranitasi L, Tarazona B, Zamora N, et al. Influence of skeletal class in the morphology of cervical vertebrae: A study using cone beam computed tomography. *Angle Orthod* 2017;87:131–7.
- [26] Valentino B, Melito F, Aldi B, et al. Correlation between interdental occlusal plane and plantar arches. An EMG study. *Bull Group Int Rech Sci Stomatol Odontol* 2002;44:10–3.
- [27] Cepero AS, Ulloa MT, Curbelo MÁ, et al. Factores de mayor riesgo para maloclusiones dentarias desde la dentición temporal. Revisión bibliográfica. High risk factors for dental malocclusions from temporary teething. Bibliographical review. *MEDICIEGO* 2010;16(suppl 1):
- [28] Chen XX, Xia B, Ge LH, et al. [Effects of breast-feeding duration, bottle-feeding duration and oral habits on the occlusal characteristics of primary dentition]. *Beijing Da Xue Xue Bao* 2016;48:1060–6.
- [29] Firmino RT, Gomes MC, Vierira-Andrade RG, et al. Case-control study examining the impact of oral health problems on the quality of life of the families of preschoolers. *Braz Oral Res* 2016;30: e121.
- [30] Duque de Estrada Riverón Y, Rodríguez Calzadilla A, Coutin Marie G, et al. Factores de riesgo asociados con la maloclusión. *Rev Cuba Estomatol* 2004;41: 0–0.
- [31] Teixeira AKM, Antunes JLF, Noro LRA, et al. Factors associated with malocclusion in youth in a municipality of Northeastern Brazil. *Rev Bras Epidemiol* 2016;19:621–31.
- [32] Oliveira Ribas M de, Orellana B, Fronza F, et al. Estudo epidemiológico das maloclusões em escolares de 6 a 8 anos na cidade de Curitiba-Paraná. *RSBO Rev Sul-Bras Odontol* 2004;1:
- [33] Luzzi V, Ierardo G, Viscogliosi A, et al. Allergic rhinitis as a possible risk factor for malocclusion: a case-control study in children. *Int J Paediatr Dent* 2013;23:274–8.
- [34] Thomaz EBAF, Cangussu MCT, Assis AMO. Malocclusion and deleterious oral habits among adolescents in a developing area in northeastern Brazil. *Braz Oral Res* 2013;27:62–9.
- [35] Surtel A, Klepacz R, Wysokińska-Miszczuk J. The influence of breathing mode on the oral cavity. *Pol Merkur Lek Organ Pol Tow Lek* 2015;39:405–7.
- [36] Imbaud TC, de S, Mallozi MC, et al. Frequency of rhinitis and orofacial disorders in patients with dental malocclusion. *Rev Paul Pediatr* 2016;34:184–8.
- [37] Ochoa JJA. Imagen radiográfica del hioides, oclusión y postura. *Arch Med Deporte Rev Fed Esp Med Deporte Confed Iberoam Med Deporte* 2008;124:135–42.
- [38] Wenger SL, Hanchett JM, Steele MW, et al. Clinical comparison of 59 Prader-Willi patients with and without the 15(q12) deletion. *Am J Med Genet* 1987;28:881–7.
- [39] Sinko K, Grohs J-G, Millesi-Schobel G, et al. Dysgnathia, orthognathic surgery and spinal posture. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2006;35:312–7.
- [40] Munhoz WC, Hsing WT. Interrelations between orthostatic postural deviations and subjects' age, sex, malocclusion, and specific signs and symptoms of functional pathologies of the temporomandibular system: a preliminary correlation and regression study. *Cranio J Craniomandib Pract* 2014;32:175–86.
- [41] Grippaudo C, Paolantonio EG, Pantanali F, et al. Early orthodontic treatment: a new index to assess the risk of malocclusion in primary dentition. *Eur J Paediatr Dent* 2014;15:401–6.
- [42] Karaiskos N, Wiltshire WA, Odlum O, et al. Preventive and interceptive orthodontic treatment needs of an inner-city group of 6- and 9-year-old Canadian children. *J Can Dent Assoc* 2005;71:649.
- [43] Luque-Suarez A, Gijon-Nogueron G, Baron-Lopez FJ, et al. Effects of kinesiotaping on foot posture in participants with pronated foot: a quasi-randomised, double-blind study. *Physiotherapy* 2014;100:36–40.
- [44] Redmond AC, Crane YZ, Menz HB. Normative values for the Foot Posture Index. *J Foot Ankle Res* 2008;1:6.
- [45] Keenan A-M, Redmond AC, Horton M, et al. The Foot Posture Index: Rasch analysis of a novel, foot-specific outcome measure. *Arch Phys Med Rehabil* 2007;88:88–93.
- [46] Gijon-Nogueron G, Montes-Alguacil J, Alfageme-García P, et al. Establishing normative foot posture index values for the paediatric population: a cross-sectional study. *J Foot Ankle Res* 2016;9:24.
- [47] Clarke HH. An objective method of measuring the height of the longitudinal arch in foot examinations. *Res Q Am Phys Educ Assoc* 1933;4:99–107.
- [48] Diéguez SL, Sánchez AJL, Sánchez MLZ, et al. Análisis de los diferentes métodos de evaluación de la huella plantar. *Retos Nuevas Tend En Educ Física Deporte Recreación* 2011;19:49–53.
- [49] Forriol F, Pascual J. Footprint analysis between three and seventeen years of age. *Foot Ankle* 1990;11:101–4.
- [50] Stavlas P, Grivas TB, Michas C, et al. The evolution of foot morphology in children between 6 and 17 years of age: a cross-sectional study based on footprints in a Mediterranean population. *J Foot Ankle Surg* 2005;44:424–8.
- [51] Reel S, Rouse S, Vernon W, et al. Reliability of a two-dimensional footprint measurement approach. *Sci Justice* 2010;50:113–8.
- [52] Gutiérrez-Vilahú L, Massó-Ortigosa N, Costa-Tutusaus L, et al. Reliability and validity of the footprint assessment method using Photoshop CS5 Software. *J Am Podiatr Med Assoc* 2015;105:226–32.
- [53] Gregoret J, Tuber E, P LHE, da Fonseca AM. Ortodoncia y cirugía ortognática: diagnóstico y planificación [Internet]. *Espaxs*; 1997 [cited January 20, 2016]. Available at: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=AGRIUAN.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=011857>.
- [54] Perillo L, Femminella B, Farronato D, et al. Do malocclusion and Helkimo Index ≥ 5 correlate with body posture? *J Oral Rehabil* 2011;38:242–52.
- [55] Menz HB. Analysis of paired data in physical therapy research: time to stop double-dipping? *J Orthop Sports Phys Ther* 2005;35:477–8.
- [56] Chaves TC, Turci AM, Pinheiro CF, et al. Static body postural misalignment in individuals with temporomandibular disorders: a systematic review. *Braz J Phys Ther* 2014;18:481–501.

- [57] Novo MJ, Changir M, Quirós A. Relación de las alteraciones plantares y las Maloclusiones dentarias en niños. *Rev Latinoam Ortod Odontopediatria* 2013;32:1–35.
- [58] Rothbart BA. Vertical facial dimensions linked to abnormal footmotion. *J Am Podiatr Med Assoc* 2008;98:189–96.
- [59] Cuccia AM. Interrelationships between dental occlusion and plantar arch. *J Bodyw Mov Ther* 2011;15:242–50.
- [60] Baldini A. Clinical and instrumental treatment of a patient with dysfunction of the stomatognathic system: a case report. *Ann Stomatol (Roma)* 2010;1:2–5.
- [61] Rivero CIA, Flores IS, Contreras EGEP, et al. Correlación plantar y maloclusión. Caso clínico *Rev ADM* 2012;69:91–4.
- [62] Bracco P, Deregibus A, Piscetta R. Effects of different jaw relations on postural stability in human subjects. *Neurosci Lett* 2004;356:228–30.
- [63] Chessa G, Capobianco S, Lai V. [Stabilimetry and cranio-cervico-mandibular disorders]. *Minerva Stomatol* 2002;51:167–71.
- [64] Bedoya A, Chacón Á. Tratamiento temprano de maloclusiones clase II tratado con Activador Abierto Elástico de Klammt (AAEK). Reporte de caso. *Rev Estomatol [Internet]*. 2009 Dec 1 [cited 2017 Nov 4];17(2). Available at: <http://estomatologia.univalle.edu.co/index.php/estomatol/article/view/295>.