



## Evaluación de la fiabilidad y validez de métodos que determinan el lado de preferencia masticatorio

Elan Ignacio Flores Orozco

**ADVERTIMENT.** La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) i a través del Dipòsit Digital de la UB ([diposit.ub.edu](http://diposit.ub.edu)) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX ni al Dipòsit Digital de la UB. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX o al Dipòsit Digital de la UB (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

**ADVERTENCIA.** La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) y a través del Repositorio Digital de la UB ([diposit.ub.edu](http://diposit.ub.edu)) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR o al Repositorio Digital de la UB. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR o al Repositorio Digital de la UB (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

**WARNING.** On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX ([www.tdx.cat](http://www.tdx.cat)) service and by the UB Digital Repository ([diposit.ub.edu](http://diposit.ub.edu)) has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized nor its spreading and availability from a site foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository is not authorized (framing). Those rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.



UNIVERSITAT DE BARCELONA



EVALUACIÓN DE LA FIABILIDAD Y VALIDEZ DE  
MÉTODOS QUE DETERMINAN EL LADO DE  
PREFERENCIA MASTICATORIO

Tesis presentada por

Elan Ignacio Flores Orozco

Para obtener el título de doctor por la Universitat de Barcelona

Dirigida por:

Jordi Martínez Gomis

Juan Salsench Cabré

Programa de doctorat Ciències Odontològiques

Universitat de Barcelona

2014



Health Universitat de  
Barcelona  
Campus





A mis padres Ignacio y Amalia por sus consejos, motivación constante  
y por estar siempre conmigo. A la Universidad Autónoma de Nayarit  
por apoyarme y creer en mí.



## **AGRADECIMIENTOS**

La realización de esta tesis no hubiera sido posible sin el gran apoyo y soporte que me brindaron muchas personas durante todo este tiempo de estancia en Barcelona, por eso quisiera dedicar estas líneas a todas esas personas que hicieron que esto se hiciera una realidad.

En primer lugar quisiera reconocer todo el apoyo incondicional que me dio mi familia, mis padres Amalia e Ignacio y a mis hermanos Erik, Edgar y Esteban. También no quisiera pasar la oportunidad de agradecer el soporte que me brinda la Universidad Autónoma de Nayarit, ya que sin su apoyo no estaría en el lugar que estoy ahora.

Quisiera dar gracias por sus consejos y soporte moral a mis directores Joan Salsench Cabré y en especial quisiera dar un agradecimiento y enorme reconocimiento a Jordi Martínez Gomis que sin su gran apoyo y dedicación que realizó hacia mi persona y sobre todo al trabajo realizado no hubiera podido concluir este trabajo a tiempo, decir que aparte de ser mi director me llevo un gran amigo.

A lo largo de estos años he conocido personas muy importantes que ayudaron en parte a este trabajo una de ellas es mi amigo y compañero de tesis Bernat Rovira Lastra que no quisiera dejar la oportunidad de darle las gracias por estar siempre. Otras personas que me gustaría reconocer su apoyo incondicional además de ser grandes amigos son el doctor Jordi Samsó y la doctora Eva Willaert que también fueron parte importante de mi estancia y aprendizaje.

A la doctora Maria Peraire por su apoyo y colaboración en el estudio. Además agradecer al grupo de estadistas que nos ayudaron en la realización de este trabajo, Lluís Jover y Josep Lluís Carrasco.

Finalmente querría agradecer tanto a la Comissió de Política Científica de la Facultat d'Odontologia como al Departament d'Odontostomatologia por el apoyo económico que ha permitido realizar el estudio.



# Índice

---

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 LADO DE PREFERENCIA MASTICATORIO.....</b>	<b>14</b>
1.1.1 <i>Historia e Implicaciones clínicas del LPM.....</i>	14
1.1.2 <i>Prevalencia del LPM y factores relacionados.....</i>	16
1.1.3 <i>Métodos para evaluar el LPM.....</i>	20
1.1.4 <i>Comparación de métodos que evalúan el LPM.....</i>	37
<b>1.2 RENDIMIENTO MASTICATORIO .....</b>	<b>42</b>
1.2.1 Concepto .....	42
1.2.2 Factores relacionados.....	44
1.2.3 Implicaciones clínicas .....	45
1.2.4 Rendimiento Masticatorio como variable control en el LPM .....	46
<b>2. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>49</b>
<b>3. HIPOTESIS Y OBJETIVOS.....</b>	<b>53</b>
<b>4. MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>57</b>
<b>4.1 DISEÑO Y POBLACIÓN .....</b>	<b>57</b>
<b>4.2 PROCEDIMIENTOS .....</b>	<b>58</b>
4.2.1 <i>Preparación del Material .....</i>	58
4.2.2 <i>Procedimiento experimental.....</i>	62
4.2.3 <i>Análisis del LPM .....</i>	74
4.2.4 Rendimiento masticatorio .....	83
<b>4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....</b>	<b>84</b>
<b>5. RESULTADOS.....</b>	<b>87</b>
<b>5.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA .....</b>	<b>87</b>
<b>5.2 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS VARIABLES.....</b>	<b>88</b>
5.2.1 Valores de tendencia central.....	94
5.2.2 Dispersión de las variables .....	96
<b>5.3 ANÁLISIS COMPARATIVO .....</b>	<b>98</b>
5.3.1 Fiabilidad .....	98
5.3.2 Correlación de los métodos.....	100
5.3.3 Análisis Factorial .....	102
5.3.4 Variables control.....	107
<b>6. DISCUSIÓN.....</b>	<b>111</b>
<b>7. CONCLUSIONES.....</b>	<b>121</b>
<b>8. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>125</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>135</b>





## RESUMEN

Aunque se han reportado diferentes métodos para evaluar el lado de preferencia masticatorio (LPM), su fiabilidad y validez sigue siendo desconocida. Este estudio evaluó mediante un análisis factorial confirmatorio la fiabilidad y validez de 8 grupos de métodos que determinaron el lado de preferencia masticatorio (LPM).

**Material y Métodos:** En este estudio transversal y observacional se realizaron dos sesiones a cuarenta y dos adultos jóvenes con dentición natural sana. Se utilizaron treinta métodos diferentes para determinar el LPM cada método utilizó distintos aspectos metodológicos (definición, comida test, técnica utilizada, ciclos evaluados y análisis de datos). Un test-retest se realizó a 10 sujetos para evaluar la repetibilidad y la capacidad discriminativa de cada método. Se realizó un algoritmo de agrupamiento y un análisis factorial confirmatorio para evaluar la validez de los métodos.

**Resultados:** El análisis factorial exploratorio se realizó mediante el algoritmo de agrupamiento "cluster analysis", de este derivó un dendrograma el cual señaló dos agrupamientos. El análisis factorial confirmatorio dio como resultado dos factores latentes independientes que correspondían a cada agrupamiento. Un factor latente (F1) determinó el LPM y el otro factor latente (F2) determinó la asimetría de la actividad muscular. Los métodos que tuvieron la mejor correlación con el F1 y por tanto mostraron la mejor fiabilidad y una mayor validez fueron los que utilizaron el índice de asimetría y silicona como comida test, otro método que tuvo una buena correlación con el F1 fue la escala analógica visual (VAS). Los métodos que utilizaron chicle como comida test o registros kinesiográfico o electromiográficos mostraron una fiabilidad y validez débil.

**Conclusiones:** En esta población, los métodos de mayor fiabilidad y validez que determinaron el LPM fueron los que evaluaron todos los ciclos masticatorios por medio del índice de asimetría, utilizaron la técnica de visión directa o video y masticaron silicona embolsada (bolo cerrado) o sin embolsar (bolo abierto) como comida test. Otro método que tuvo una alta fiabilidad, además de ser un método subjetivo fue el que utilizó como instrumento el VAS después de haber realizado una prueba de masticación.

## **ABREVIATURAS**

LPM	Lado de Preferencia Masticatorio
IA	Índice de Asimetría
VAS	Escala Visual Analógica o Visual Analogue Scale
Ba	Bolo Abierto
Bc	Bolo Cerrado
MCV	Máxima Contractibilidad Voluntaria
EMG	Electromiografía
KNG	Kinesiografía
SD	Desviación Estándar
PIM	Posición de Máxima Intercuspidación
ICC	Coeficiente de Correlación Intra-clase o Intraclass Correlation Coefficient
SDD	Diferencia Mínimamente Detectable o Smallest Detectable Difference
M	Método
MPS	Tamaño de Partícula Media o Median Partical Size
Va	Valor de Amplitud
Vo	Valor de Deslizamiento Oclusal
G	Chicle o Gume
D	Técnica con Visión Directa
V	Técnica con Video Cámara
K	Técnica con Kinesiógrafo
V0	VAS inicial
Vf	VAS final
F1	Factor Latente 1
F2	Factor Latente 2

# **INTRODUCCIÓN**



# 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos principales que pretende conseguir un tratamiento protésico es restablecer o mejorar la función oral. La función masticatoria, componente importante en la salud oral, es una de las funciones básicas del sistema estomatognático, que puede afectar los hábitos dietéticos y la ingesta nutricional e influir en la salud general del individuo.<sup>1,2</sup> La masticación es una actividad cíclica de retroalimentación sensorial controlada por un "generador de patrones" que se encuentra en el sistema nervioso central y que exhibe una variabilidad intra- e inter-individuos.<sup>3,4</sup> Se ha descrito que en la mayoría de la población, la masticación ocurre de manera unilateral y con menor frecuencia de manera bilateral o alternada.<sup>5</sup> Cuando un individuo tiene un lado preferente para masticar podemos decir que esta persona tiene una preferencia lateral masticatoria "chewing side preference" y el lado con el que suele masticar, derecho o izquierdo, es el lado de preferencia masticatorio "Preferred chewing side".<sup>6</sup> Se cree que el masticar estrictamente por un lado podría tener un efecto traumático para los dientes, los músculos masticatorios o la articulación temporomandibular.<sup>5,7</sup> Las ventajas de la masticación bilateral pueden ser una posible mejora en la eficiencia masticatoria, una mejor lubricación con saliva, y una mejor capacidad gustativa al contactar con una mayor superficie mucosa.<sup>8</sup> Cuando se plantea un tratamiento mediante prótesis dental hay que tener en cuenta si el paciente tiene una preferencia lateral masticatoria y conocer el lado preferente para estimar el beneficio que obtendría con el tratamiento.

## **1.1 LADO DE PREFERENCIA MASTICATORIO**

Hoy en día se sabe que la mayoría de las personas tienen una preferencia lateral masticatoria y muchos de los estudios que evalúan el lado de preferencia masticatorio “LPM” coinciden que el lado derecho es mayormente preferido para masticar que el lado izquierdo.<sup>5,6,9-11</sup> Se ha demostrado que los alimentos duros y con alta cohesividad son más apropiados para determinar el LPM.<sup>5,9,12,13</sup>

### ***1.1.1 Historia e Implicaciones clínicas del LPM***

La preferencia lateral de masticación ha sido estudiada y evaluada en el transcurso de los años, la manera en que se evalúa el LPM ha ido evolucionando con el tiempo y a la vez creando diferentes aspectos metodológicos (concepto, comida test, técnicas, análisis de datos) que hoy en día logran evidenciar en diferente grado la preferencia lateral masticatoria.

En el año de 1937, Lord estudio la masticación en los individuos y llego a la conclusión que cada individuo tiene un patrón psicológico único que es sintetizado por el SNC.<sup>14</sup> Hannam y colaboradores en 1977 estudiaron la relación que existe entre la oclusión dental, la actividad muscular y los movimientos mandibulares, sugiriendo que la preferencia lateral masticatoria está relacionada con la habilidad de mover la mandíbula lateralmente.<sup>15</sup> En 1983 Delport analizó los patrones de masticación con el fin de establecer si existían una preferencia lateral en ellos. Este estudio utilizó por primera vez un índice para evaluar la preferencia lateral masticatoria “índice de lateralización” y llego a la conclusión que el LPM sería mejor revelado en el primer ciclo masticatorio.<sup>16</sup> En 1985 Christensen y colaboradores observaron que no existía una preferencia lateral masticatoria, ya que prácticamente la mitad de los individuos estudiados masticaba chicle por el lado derecho y la otra mitad por el lado izquierdo y que la mayoría de ellos tenían una masticación alternada.<sup>17</sup> Goldaracena y colaboradores en 1986 estudiaron la cultura indígena maya concluyendo que la presencia de caries extensas puede afectar el LPM en esta población estudiada.<sup>18</sup> En ese mismo año Pond y colaboradores evaluaron la preferencia lateral masticatoria y concluyeron que esta preferencia no depende de los factores relacionados con la

oclusión y que la existencia de signos y síntomas de disfunción temporomandibular no se encuentran relacionados al lado de preferencia masticatorio.<sup>19</sup> Hoogmartens y Cauberg en 1987 siguiendo con la línea de Delpont, la cual asume que el primer ciclo masticatorio determinaba la preferencia lateral masticatoria, evaluaron el LPM en 128 sujetos y observaron que el 45% de los sujetos estudiados tenían un lado de preferencia masticatorio.<sup>20,21</sup> En otro estudio intentaron conocer si el lado de preferencia masticatorio estaba ligado a alguna lateralidad hemisférica, por ejemplo manos, pies, ojos y oídos, pero no pudieron llegar a una conclusión.<sup>22</sup> En 1991 Wilding y Lewing mencionaron que la preferencia lateral masticatoria no es un fenómeno de todo o nada, pero esta ocurre en menor o mayor grado en la mayoría de los sujetos, mencionando que no parece ser posible categorizar a un sujeto con alguna preferencia de masticación sin haber registrado al menos un número adecuado de ciclos masticatorios, dedujeron que la posibilidad de tener una preferencia masticatoria pudiera estar asociada a ciertos tipos de movimientos de la mandíbula, como es el área abarcada por el ciclo masticatorio o la longitud sagital.<sup>23</sup> En 1994 Kazazoglu desarrollo un test para determinar el LPM, el cual permitía evaluar la preferencia lateral masticatoria de manera objetiva y subjetiva.<sup>24</sup> En años más recientes se han realizados estudios en los que se compara dos o más métodos que sirven para determinar el lado de preferencia masticatorio. Varela y colaboradores en 2003 realizaron un estudio en el cual se comparó dos métodos.<sup>25</sup> Otros estudios evalúan el número de ciclos utilizados para determinar el LPM, (primer ciclo versus todos los ciclos masticatorios).<sup>5,26</sup>

Estudiar la preferencia lateral masticatoria en los individuos nos permite entender el papel que desempeña el control neuronal en la masticación, además ayuda a la creación de prótesis dentales que vayan más de acuerdo con su patrón de masticación. Por tanto sería importante considerarlo en el examen dental rutinario y en el plan del tratamiento, ya que el lado de preferencia masticatorio tiene una mayor significancia por el hecho que sufre una mayor carga. Por tanto, hemos de tener en cuenta factores físico-mecánicos como son un reducido uso de cantilevers y una buena relación corono-radicular. El restaurar los dientes perdidos en el lado preferido podría mejorar la eficacia masticatoria y aliviar las cargas oclusales en los dientes ya existentes.



### ***1.1.2 Prevalencia del LPM y factores relacionados***

El porcentaje de individuos (adultos o niños) que prefieren masticar por un lado en particular oscila entre el 35% y el 100% según los estudios consultados (Tabla 1.1.1). Muchos de estos estudios coinciden que el lado derecho es mayormente preferido para masticar que el lado izquierdo,<sup>5,6,9-11</sup> en cambio algunos autores no han encontrado diferencias significativas entre lados.<sup>17,19,27,28</sup> Aunque el objetivo en algunos estudios no es evaluar el LPM, se ha reportado el patrón de masticación bilateral (centrada o alternada) y unilateral en la población estudiada. Agerberg<sup>29</sup> encontró que entre el 33-55% de la población estudiada masticaba más por un lado en particular en cambio Miyake<sup>30</sup> solo encontró un que un 22% de la población masticaba sobre un lado en particular. Un estudio realizado en cerdos (Kuni Kuni) encontró que estos animales tienen una preferencia lateral masticatoria y tienden a masticar la comida dura mayormente por el lado izquierdo y la comida blanda la mastican por ambos lados.<sup>31</sup>

Podría decirse que existen dos teorías o hipótesis que explican la elección del lado de preferencia masticatorio. La primera sugiere que el lado de preferencia masticatorio es innato, una cualidad controlada por el sistema nervioso central y que está afectada por el aprendizaje social e individual.<sup>32</sup> La segunda sugiere que el lado de preferencia masticatorio está relacionado a factores periféricos.

Algunos estudios encontraron que el LPM tiene una relación positiva con otras lateralidades hemisféricas, como la de los pies, ojos y oídos.<sup>11,17,20</sup> Sin embargo, otros autores no han encontrado una relación significativa entre el lado de preferencia masticatorio y el ser diestro o zurdo.<sup>19,23</sup>

Otros autores sugieren que la preferencia para masticar sobre un lado en particular puede estar relacionada a algunos factores periféricos como pueden ser la oclusión, la forma de las cúspides, los contactos en lateralidad, las interferencias en el lado de trabajo,<sup>4,6,11,19,28,33-36</sup> la diferencia en el número de dientes por arcada,<sup>37-40</sup> la fuerza masticatoria,<sup>41-44</sup> la asimetría bilateral en la fuerza mandibular máxima,<sup>33,35,45-47</sup> el lado de mayor eficacia masticatoria o el número de ciclos para completar la masticación,<sup>4,48</sup> la asimetría en el patrón de la mandíbula en movimientos bordeantes o durante la

masticación,<sup>13,28,48</sup> la asimetría facial,<sup>49</sup> la caries dental,<sup>50,51</sup> dolor o disfunción temporomandibular unilateral<sup>6,7,29,30,35,52</sup> y tipos de prótesis dentales.<sup>6,32</sup>

Las discrepancias que existen al evaluar la preferencia lateral masticatoria y el hecho de que no haya un consenso sobre qué factores están más estrictamente relacionados, se debe principalmente a las diferencias que existen en las poblaciones estudiadas, la definición del LPM y en consecuencia los métodos utilizados. El método para evaluar el LPM en un individuo, involucra una serie de aspectos metodológicos: concepto, técnicas utilizadas, comida test y análisis de datos. Estos elementos son distintos en cada uno de los estudios que evalúan la preferencia lateral masticatoria, dificultado así la universalidad en cuanto al método utilizado para determinar el LPM.

Tabla 1.1.1

Autor	Año	Prev. LPM (%n)	Concepto de LPM	Técnica	Comida test	Población	Ciclos masticatorios
Delport <sup>16</sup>	1983	100	Mandíbula	V. directa	Natural	Adulta	1er ciclo
Christensen <sup>17</sup>	1985	68 subj	Subjetivo/bolo	Entrevista	Artificial	Adulta	Random
Christensen <sup>27</sup>	1985	75 subj	Subjetivo/bolo	Entrevista	Artificial	Adulta	Random
Pond <sup>19</sup>	1986	77,8	Mandíbula	V. directa	Natural	Adulta	Todos
Stohler <sup>68</sup>	1986	50	Mandíbula/EMG	EMG/KNG	Natural	Adulta	Todos
Hoogmartens <sup>20</sup>	1987	45	Bolo	V. directa	Natural	Adulta	1er ciclo
Wilding <sup>34</sup>	1992		Mandíbula	KNG	Natural	Adulta	Todos
Kazazoglu <sup>24</sup>	1994	88 /63	Bolo / Subjetivo	V. directa/Ent	Artificial	Adulta	Random
Losso <sup>53</sup>	1997	100	Subj	Entrevista		Adulta	
Mioche <sup>70</sup>	1999		EMG	Electromiógrafo	Natural	Adulta	Todos
Bourdiol <sup>4</sup>	2000	55	D. dental	I. digitalizada		Adulta	
Mioche <sup>8</sup>	2002	65.5	Bolo	VFG	Natural	Adulta	Todos
Varela <sup>25</sup>	2003	88,4/100/68,3	Bolo/Subj/Mand	V. directa/Ent/KNG	Artificial	Adulta	Todos/Random
Mizumori <sup>12</sup>	2003	32,5 a 73,4	Mandíbula	KNG	Artificial	Adulta	Todos
Nissan <sup>11</sup>	2004	97,4	Bolo	V. directa	Artificial	Adulta	1er ciclo
McDonnell <sup>51</sup>	2004	77	Bolo	V. directa	Artificial	Niños	Random
Shinagawa <sup>55</sup>	2004		Subj/Mandíbula	Ent/KNG	Artificial	Adulta	Todos
Hennequin <sup>69</sup>	2005		Mandíbula/EMG	Video/EMG	Natural	Adulta	Todos
Salioni <sup>28</sup>	2005	75MPCU/80GC	Mandíbula	KNG (ArcusDigma)	Natural	Niños	Random
Dooland <sup>71</sup>	2006	59	D. dental	Modelos Yeso		Niños	
Paphangkorakit <sup>9</sup>	2006	45	Mandíbula	Video	Natural	Adulta	Todos
Mizumori <sup>57</sup>	2006		Mandíbula	KNG	Natural	Adulta	Todos
Diernberger <sup>6</sup>	2008	45.4	Subjetivo	Cuestionario		Adulta	
Takahashi <sup>62</sup>	2008		Sub/Bolo	V. directa	Natural	Adulta	1er ciclo

Tabla 1.1.1 (continuación)

Autor	Año	Prev. LPM (%n)	Concepto de LPM	Técnica	Comida test	Población	Ciclos masticatorios
Martínez-Gomis <sup>35</sup>	2009	74	Mandíbula	V. directa/Video	Artificial	Adulta	Todos
Minato <sup>67</sup>	2009	51 SD +/- 24	Mandíbula/subj	KNG	Artificial	Adulta	Todos
Andrade <sup>76</sup>	2010	29,4MPCU/55GC	Bolo	V. directa	Artificial	Niños	Random
Jiang <sup>63</sup>	2010	100	Subj/Bolo	V. directa	Artificial	Adulta	1er ciclo
Nissan <sup>32</sup>	2011	97,4	Bolo	V. directa	Artificial	Adulta	1er ciclo
Ratnasari <sup>64</sup>	2011	62,5/40,6	Bolo	Fotografía	Natural	Adulta	Random
Barcellos <sup>58</sup>	2011	87/ 82 / 76	Bolo	V. directa	Artificial	Niños/Adulta	Random
Gomes <sup>56</sup>	2011	30,8/30,8/50	Mandíbula	KNG	Artificia	Adulta	Todos
Komagamine <sup>10</sup>	2011	100	Mandíbula	V.directa	Artificial	Adulta	Todos
Zamanlu <sup>5</sup>	2012	73.6/57,8	EMG	Electromiógrafo	Natural	Adulta	1er ciclo/todos
Barcellos <sup>61</sup>	2012		Bolo	V.directa	Artificial	Niños	Random
Lamontagne <sup>59</sup>	2013	35	Bolo	V. directa	Artificial	Adulta	Random
Santana-Mora <sup>55</sup>	2013	80	Mandíbula/subj	KNG/V. directa/Ent	Natural	Adulta	Todos
Barcellos <sup>26</sup>	2013	87/82/76	Bolo	V. directa	Artificial	Adulta/Niños	1er ciclo/todos
Meng M <sup>54</sup>	2014	74	Subj	Entrevista		Adulta	

**Prev. LPM (%n):** prevalencia del LPM (porcentaje de la población estudiada); **Concepto de LPM:** manera en que puede ser evaluado el lado de preferencia (**Bolo:** Evalúa el LPM observando el lado dónde se sitúa la comida test (bolo) durante la masticación, **Mand/Mandíbula:** Evalúa el LPM observando el lado hacia donde se dirige la mandíbula en la fase de cierre durante la masticación, **Subj/Subjetivo:** Evalúa el LPM subjetivamente utilizando un cuestionario para conocer la percepción del individuo, **EMG/Electromiografía:** Evalúa el LPM valorando la asimetría de la actividad de los músculos masticatorios, **Desgaste dental/D. dental:** Evalúa el LPM valorando la asimetría desgaste dentario); **Técnica (KNG:** Kinesiógrafo, **Ent:** entrevista, **V. directa:** visión directa, **I. digitalizada:** imagen digitalizada de caras oclusales masticatorio, **VFG:** videofluorografía); **MPCU:** mordida posterior cruzada unilateral. **GC:** grupo control. **Comida test:** (**Artificial:** Silicona, chicle **Natural:** Zanahorias, almendras, carne seca, pastel, nuez, cubos de azúcar, Pan, banana, galletas, carne, Hard wine-gum, etc.); **Ciclos masticatorios (1er:** Se toma en cuenta el 1er ciclo masticatorio para evaluar el LPM, **Todos:** Se toman en cuenta todos los ciclos para evaluar el LPM, **Random:** Se toman en cuenta tiempos aleatorizados para localizar el bolo o ciclos masticatorios específicos para evaluar el LPM). **SD:** desviación estándar.

### ***1.1.3 Métodos para evaluar el LPM***

La palabra “método” es definida por la real academia española como el procedimiento que se sigue en las ciencias para hallar la verdad y enseñarla. Hablar de método en lo que respecta al lado de preferencia masticatorio es referirse a cuatro aspectos principales de la metodología (definición, técnica, análisis de los ciclos, comida test) que en su conjunto logran evidenciar la preferencia masticatoria del individuo.

#### **Definición del Lado de Preferencia Masticatorio**

Son varias las definiciones y términos que se han desarrollado a través de los años en las cuales hacen referencia a la preferencia masticatoria del individuo. El LPM ha sido nombrado de diferentes maneras: lado de masticación preferido,<sup>55</sup> lateralidad masticatoria,<sup>56</sup> síndrome lateral de masticación habitual,<sup>55</sup> continuidad del lado de masticación<sup>57</sup> y patrón de masticación unilateral.<sup>58</sup> Christensen y Radue definieron el Lado de Preferencia Masticatorio (LPM) “Preferred Chewing Side PCS” como la realización de la masticación consistente o predominantemente por el lado derecho o izquierdo de la dentición.<sup>17</sup> Lamontagne lo definió como el lado de la dentición donde la mayoría de los ciclos masticatorios se lleva a cabo.<sup>59</sup> Cuando el número de ciclos masticatorios en un lado es un 30% más alto que el número de ciclos masticatorios realizados sobre el lado opuesto podríamos definirlo como un patrón de masticación unilateral.<sup>58</sup> El patrón de masticación unilateral puede ser distribuido en dos clasificaciones: masticación unilateral exclusiva o consistente cuando todos los ciclos masticatorios ocurren en el mismo lado; masticación unilateral predominante, cuando más del 70% de los ciclos masticatorios ocurren sobre el mismo lado.<sup>58</sup> Mizumori introduce el término de “Continuidad del lado de masticación” (chewing side continuity) y se refiere a la frecuencia con la cual el lado de masticación es cambiado durante la masticación y esta puede variar entre sujetos saludables, además puede ser clasificada dentro de tres grupos basándose en el patrón de masticación, el primer grupo muestra en la mayoría de las veces un lado de preferencia masticatorio, el segundo grupo puede mostrar un lado de preferencia masticatorio en todas los test de ensayos que se realizan, pero a menudo cambia su LPM entre una sesión y otra, el tercer grupo muestra una masticación alternada durante la misma prueba de ensayo.<sup>57</sup>

Kazazoglu introdujo dos términos: el “Observed Preferred Chewing Side” (OPCS) que hace referencia al LPM determinado de manera objetiva y el “State Preferred Chewing Side” (SPCS) que es aquel que el sujeto menciona tener.<sup>24</sup> Delport llegó a la conclusión siguiente: “cuando un sujeto elige continuamente el mismo lado para probar bolos de diferente consistencia pero de mismo tamaño, este individuo tiene clara preferencia por un lado, esto al menos en el primer ciclo masticatorio”.<sup>16</sup>

### **Concepto del LPM**

El concepto del lado de preferencia masticatorio hace referencia al como “se evalúa” cuando se quiere determinar la preferencia lateral masticatoria en un individuo. Para esto existen diferentes maneras para evaluar el LPM (*Tabla 1*). Por ejemplo algunos estudios determinan el lado dónde se sitúa la comida test durante la masticación,<sup>8,11,17,24,26,32,51,58,60–64</sup> en cambio otros observan el lado hacia donde se dirige la mandíbula en la fase de cierre durante la masticación,<sup>9,12,13,19,20,25,34,35,48,56,65–67</sup> poco estudios evalúan la asimetría de la actividad de los músculos masticatorios<sup>5,13,17,68–70</sup> o del desgaste dentario<sup>4,71</sup> y finalmente otros estudios utilizan un cuestionario para conocer la percepción del individuo.<sup>6,7,11,17,24,30,32,35,47,58,62,63,72,73</sup> La mayoría de los estudios en los que se evalúa el lado de preferencia masticatorio utilizan pruebas de masticación, en las que se utiliza comida test “natural o artificial” (*Tabla 2*). Estas pruebas pueden llevarse a cabo durante un periodo de tiempo determinado o un número estipulado de ciclos masticatorios, ya sea utilizando solo el primer ciclo o bien el conjunto de ciclos registrados.

Localización del bolo: Para determinar el LPM por medio de la localización del bolo es necesario observar la comida test durante la prueba masticatoria, para esto es preciso que el sujeto deje de masticar un momento para poder observar el bolo. La localización del bolo puede ser determinada en un periodo de tiempo o bien un conjunto de ciclos masticatorios. Christensen y Radue utilizaron esta forma de evaluar, observaron la posición del bolo en tres periodos de tiempo (15s, 20s, 25s). Si el bolo se localizaba dos de las tres veces en un lado se denominó lado predominante y si fueron las tres veces lado consistente.<sup>17</sup> Otros estudios evaluaron la localización del bolo cada 15 segundos durante 7 veces<sup>51,58,59,61,74</sup> si el bolo se localiza en el mismo lado 5/7 o 6/7

veces se denominó lado de preferencia masticatorio predominante y si el bolo se localiza todas las veces (7/7) en el mismo lado se denominó lado de preferencia masticatorio consistente. Algunos estudios utilizaron un número determinado de ciclos masticatorios para localizar el bolo, por ejemplo primero, tercero, quinto y séptimo ciclo<sup>24,25</sup> en cambio otros solo observan hacia donde se dirige el bolo en el primer ciclo de la masticación.<sup>16</sup>

Existen otras maneras de localizar el bolo sin que se utilice la visión directa, estas han sido poco utilizadas. La videofluorografía<sup>8</sup> permite localizar el bolo sin necesidad de interrumpir el proceso de masticación, de esta manera también se puede evaluar la preferencia lateral masticatoria. Otra forma de evaluar el LPM por medio de la localización del bolo es a través de la imagen digital, esta se ingresa a un procesador de imágenes y este calcula el área del bolo que se encuentra en el lado derecho e izquierdo de la cavidad oral.<sup>64</sup>

Dirección de la mandíbula en fase de cierre: Esta manera de determinar el LPM puede realizarse mediante técnica directa, realizada por el operador in situ a través de la Visión Directa o la técnica indirecta, mediante el uso de instrumentos (Kinesiógrafo o Videocámara). En ambas técnicas lo que se pretende es observar la dirección de la mandíbula durante la fase de cierre en la masticación, ya sea observando la dirección que toma el mentón durante la masticación al observar el video de la prueba a cámara lenta,<sup>9</sup> o bien observando el patrón kinesiográfico de cada ciclo masticatorio.<sup>12</sup> Los estudios que utilizan el Kinesiógrafo como instrumento pueden registrar un periodo de tiempo ya sea de 10 segundos,<sup>34,48</sup> 20 segundos,<sup>12</sup> hasta que el bolo es deglutido,<sup>65</sup> o bien se le pide al sujeto que mastique un determinado número de ciclos masticatorios.<sup>13,25,35,56</sup> En cambio en aquellos estudios en los cuales se utilizó la video cámara o la técnica directa,<sup>9,19,66</sup> utilizaron todos los ciclos masticatorios. Solo un estudio no evaluó todos los ciclos masticatorios al realizar esta técnica, observando únicamente el primer ciclo para determinar el LPM.<sup>20</sup>

Generalmente las técnicas que se utilizan para observar la dirección de la mandíbula al momento de determinar el LPM en un individuo, necesitan incluir en su análisis todos los ciclos masticatorios, esto a diferencia de la localización del bolo en la que solo se

utiliza un número reducido de ciclos para analizar la preferencia masticatoria o bien se evalúa en determinados periodos de tiempo sin tomar en cuenta los ciclos que transcurrieron durante ese tiempo. En un estudio se demostró que el LPM suele manifestarse mejor cuando se evalúan todos los ciclos masticatorios.<sup>5</sup> Una explicación podría ser porque la masticación es regida por un patrón generador central manejado por un sistema de retroalimentación sensorial<sup>5</sup>, esto quiere decir que a mayor número de ciclos masticatorios, mayor será esta retroalimentación por tanto se reflejara mejor este patrón masticatorio y por ende el LPM si lo existiera, claro que también es necesario tener en cuenta otros factores que contribuyen a generar este patrón masticatorio y que pudieran afectar la elección de masticar ya sea unilateral o bilateralmente. Algunos autores han mencionado que si el LPM existe, puede ser más pronunciado durante los primeros ciclos, porque un bolo con una consistencia desconocida es evaluado por el sistema neuromuscular.<sup>16,20</sup>

Asimetría Muscular: Pocos estudios han utilizado esta forma de evaluar la preferencia lateral masticatoria. Para determinar el LPM de esta forma, es necesario un electromiógrafo que mida la actividad electromiográfica de determinados músculos masticatorios. Algunos estudios han medido solo la actividad electromiográfica del musculo masetero en ambos lados.<sup>5,27</sup> Otros han medido la actividad electromiográfica de los músculos maseteros y temporales.<sup>68-70</sup> La localización de estos músculos se realizó por medio de palpación. La actividad muscular es registrada a través de unos electrodos que se colocan en la piel del sujeto, cada electrodo se posiciona en el musculo que se prevé registrar su actividad muscular. Una vez registrada la actividad muscular se observa las diferencias entre ambos lados para determinar el LPM<sup>5,70</sup>.

En el 1999 se realizó un estudio en el que se evaluó la actividad electromiográfica de los músculos maseteros y temporales. Este estudio mencionó que durante la masticación unilateral, la mayor actividad se encuentra en los músculos del lado de trabajo, con una disminución notable de la actividad en el lado de no trabajo en algunos individuos, sin embargo esta disminución no se produce en todos los individuos, lo que impide cualquier localización precisa de la posición del bolo durante la masticación y como no puede distinguirse el lado de trabajo durante la



"masticación", es imposible encontrar la preferencia lateral masticatoria en un individuo, si los hubiese.<sup>70</sup>

Otros estudios ha mostrado que con el uso de un electromiógrafo es posible determinar el LPM,<sup>5,27</sup> ya que la validez de los estudio masticatorios con electromiografía ha sido evaluados en investigaciones previas. Zamanlu reporto que el lado de preferencia masticatorio determinado por EMG y el que se realiza por observación directa son significativamente correlativos.<sup>5</sup>

Desgaste Dentario: Para evaluar el LPM por medio del desgaste dentario, debe de realizarse un análisis de las superficies de las arcadas dentales, es decir: el área oclusal y el área funcional. Después estas superficies deberán ser comparadas con el número de ciclos masticatorios que se registraron de las pruebas masticatorias. La superficie funcional se puede definir como el área total de las facetas de desgaste visibles sobre los dientes posteriores, sumándole a esto las áreas de contacto que tienen los dientes restaurados donde las facetas no son visibles y el área de la superficie oclusal fue tomada como el área total de las partes que ocluyen de los dientes posteriores.<sup>4</sup> Bourdiol y colaboradores encontraron que el 45% de la población estudiada presenta un balance entre las facetas de desgaste izquierdas y derechas o una proporción de área de la superficie funcional, mientras que el 55% tiene una preferencia lateral de abrasión.<sup>4</sup> Otros autores solo evalúan el desgaste dentario de la cúspide canina superior e inferior tanto del lado derecho como izquierdo, este desgaste es registrado a través del estudio de modelos de yeso realizados a los sujetos que participaron en el estudio. Posteriormente observan el lado que tiene mayor desgaste para determinar el lado de preferencia.<sup>71</sup>

Percepción del Individuo: La percepción de la preferencia lateral masticatoria en los individuos ha sido evaluada en algunos estudios,<sup>6,7,11,17,24,30,47,51,63</sup> y en la mayoría de los casos se obtiene mediante un cuestionario simple, en el cual la pregunta es: ¿Prefieres un lado en particular para masticar?.<sup>6</sup> Generalmente las respuestas pueden ser tricotómicas como: derecha/izquierda/ninguno,<sup>24,51</sup> derecha/izquierda/no lo sé,<sup>17</sup> derecha/izquierda/ ambos<sup>7,11</sup> o dicotómicas: derecha/izquierda<sup>63</sup> y en algunos casos pueden haber 4 respuestas: no, si lado izquierdo, si lado derecho, no lo sé.<sup>6</sup> Las

respuestas anteriores nos muestran parámetros cualitativos (derecha, izquierda, ambos lados) de los cuales se determinan la preferencia masticatoria de una manera relativa, por tanto no se permite magnificar o cuantificar el lado de preferencia masticatorio, es decir: un individuo que tiene la preferencia masticatoria por el lado derecho y que su masticación es totalmente de manera unilateral, es igual a la de aquel otro individuo, que de vez en cuando alterna su masticación pero que también tiene una preferencia masticatoria por el lado derecho. Con esto se podría decir que la preferencia masticatoria no es un fenómeno del todo o nada y que el parámetro con el que se evalúa el LPM debería ser cuantitativo para poder discriminar diferentes grados de preferencia masticatoria.<sup>23</sup>

Las escalas simples del dolor son ampliamente utilizadas en la práctica clínica y en la investigación, estas sirven para medir el dolor el cual es una experiencia sensorial y no puede ser medido por medios externos y tiene que ser a través de una forma subjetiva. Existen diferentes tipos de escalas: *escala de calificación verbal ECV*, que tratar de estratificar la intensidad del dolor de acuerdo a los niveles de severidad representados por adjetivos de uso común, dicha escala pueden ser simple y consisten en tan sólo 3 niveles, asociados con adjetivos como leve, moderado y grave; *la escala de calificación numérica ECN*, esta escala toma los dos extremos de la experiencia del dolor (por ejemplo ausencia de dolor y el peor dolor imaginable) y asigna números a los niveles de dolor que se encuentran entre estos dos extremos, se supone que cada número representa una incremento proporcional en la severidad del dolor; *escala visual analógica EVA*, es muy similar en concepto a la ECN, en que los puntos de anclaje se utilizan para representar los extremos de la experiencia del dolor. El paciente debe de hacer una marca a través de una línea de longitud estándar y la distancia a lo largo de la línea se utiliza como la medición del dolor.<sup>75</sup> La escala visual analógica ha sido amplia y satisfactoriamente utilizada en la investigación del dolor, fenómeno cuantificado de manera subjetiva, llegado a este punto pudiéramos plantearnos lo siguiente, ¿La escala visual analógica pudiera utilizarse para cuantificar el LPM? Ya que la preferencia masticatoria puede ser valorada mediante manera subjetiva, este método podría darnos una manera cuantitativa de conocer la preferencia masticatoria de cada individuo. Ya que actualmente no existen estudios

que evalúan el LPM por medio de una escala visual analógica, sería de interés para la comunidad científica poder conocer resultados aplicando esta forma de evaluar fenómenos que no se pueden cuantificar por medios externos.

### **Técnicas para evaluar el LPM**

La preferencia lateral masticatoria puede ser determinada por la técnica directa o la indirecta. Podemos definir como técnica al procedimiento o a los protocolos que tiene como objetivo obtener un resultado determinado, en este caso el resultado determinado sería: evaluar la localización del bolo, determinar la dirección de la mandíbula en la fase de cierre, localizar el desgaste dentario, mediar la asimetría muscular, etc. La técnica directa es aquella que se realiza en tiempo real y en la que se utiliza la visión directa del operador para evaluar la preferencia lateral masticatoria, la técnica indirecta es aquella en la que se utilizan instrumentos y esta se evalúa en un tiempo diferido al que se realizó la prueba masticatoria. Las técnicas tanto directa como indirecta utilizan instrumentos para evaluar el LPM (Kinesiógrafo, electromiógrafo, videocámara, etc.).

**Técnica directa:** La mayoría de los estudios que evalúan el lado de preferencia masticatorio utilizan la técnica directa,<sup>4,10,11,17,19,20,24,25,32,35,51,55,58,59,63,76</sup> generalmente porque esta no es complicada de realizar y no requiere de instrumentos electrónicos, además que reduce tiempos con respecto al trabajo realizado después de cada prueba masticatoria. La técnica directa se efectúa por medio de la visión del operador, esta puede evaluar la localización del bolo o la dirección de la mandíbula. Esta técnica determina el LPM como derecho, izquierdo o centrado y para ello puede utilizar el primer ciclo masticatorio o un número determinado de ciclos. Una de los inconvenientes con esta técnica sería que la fiabilidad de la misma, depende en gran parte de la calibración del evaluador, principalmente cuando evalúa la dirección de la mandíbula en un número determinado de ciclos masticatorios, es necesario tener cierta práctica para poder llevar a cabo esta técnica.

**Técnica indirecta:** Esta técnica se caracteriza por utilizar instrumentos como: videocámara,<sup>9,35,66,69</sup> Kinesiógrafo,<sup>12,13,23,25,28,34,48,55-57,65,67,68</sup> electromiógrafo,<sup>5,13,68-70</sup> cámara digital fotográfica,<sup>64</sup> videofluorografía,<sup>8</sup> cineradiografía,<sup>77</sup> Scanner Digital.<sup>4</sup>

Estos instrumentos permitan la evaluación del LPM a través de la localización del bolo, dirección de la mandíbula, asimetría muscular o desgaste dentario.

El objetivo de utilizar la videocámara es poder observar a visión lenta la dirección que toma la mandíbula durante la masticación para poder así determinar el LPM. La técnica puede describirse de la siguiente manera: se realizan tres puntos sobre la piel de cada sujeto, uno en la punta de la nariz, otro en el labio superior y otro sobre la barbilla, al sujeto se le indica que mueva su cabeza para registrar con la videocámara las 3 marcas que están alineadas verticalmente. La videocámara se coloca frente a cada sujeto (un metro de distancia), se realiza un zoom para registrar el área entre la nariz y el mentón. Una regla de plástico se coloca sobre la pantalla en la línea media de cada sujeto para ayudar a distinguir el patrón de movimiento del mentón.<sup>9</sup> Una ventaja de esta técnica sobre la visión directa es que la prueba masticatoria se puede observar cuantas veces sea necesario (visión lenta) a diferencia de la técnica directa que si por alguna razón no se está 100% seguro de registro de los ciclos, es necesario repetir la prueba. Un inconveniente es el tiempo prolongado de post sesión que tarda el evaluador observado cada uno de los videos.

El Kinesiógrafo ayuda a registrar los movimientos mandibulares a nivel incisal, los cuales se observan a través del programa en un plano frontal, de esta forma cada ciclo se evalúa como derecho o izquierdo. Existen diferentes kinesiógrafos que han sido utilizados para evaluar el LPM como por ejemplo: ArcusDigma System (KaVo Elektrotechnisches Werk GmbH, Leutkirch, Germany),<sup>28</sup> K6-1 Evaluation System (Myotronics-Noromed, Inc., Kent, WA, USA),<sup>13,36,56,65</sup> Sirognathograph Analyzing System.<sup>12,23,25,34</sup> Una desventaja que pudiera tener esta técnica en especial es que al utilizar un Kinesiógrafo para registrar los movimientos mandibulares, será necesario introducir agentes externos en la cavidad oral, ya sea imanes u/o horquillas que generalmente están unidos a la mandíbula, esto podría alterar la forma de masticar de los individuos. Los estudios que evalúan el LPM y utilizan la Kinesiografía solo observan la dirección del ciclo masticatorio y por ende la desviación de la mandíbula para el lado ipsilateral. Podría ser de importancia clínica obtener un valor que genere una idea del desplazamiento mandibular promedio durante la masticación hacia su lado de

preferencia masticatorio. Esto podría realizarse mediante los registros kinesiógráfico que se utilizan para determinar el LPM en los individuos.

Para conocer la asimetría muscular es necesario registrar la actividad de los músculos masticatorios (masetero y/u temporal) en  $\mu V$ , una vez registrado la actividad electromiográfica, se compara con registro que se realiza al apretar los dientes en máxima intercuspidadación (PIM), este registro se le conoce como contractibilidad máxima voluntaria (CMV), posteriormente se observa la diferencia que existe entre un lado y otro en referencia al CMV.<sup>5,70</sup> La electromiografía como instrumento para valorar el LPM no es utilizada con frecuencia. Mioche y cols. mencionaron que era imposible encontrar en la totalidad de los casos el LPM de los sujetos estudiados.<sup>70</sup> Zamanlu no menciona problema alguno al utilizar la asimetría muscular para evaluar el LPM.<sup>5</sup> Estudios anteriores concluyen que mientras se reduzca la influencia que conlleva colocar los electrodos, la electromiografía puede ser utilizada para la evaluación de la actividad muscular,<sup>5</sup> pero aún existe la incertidumbre de utilizar la electromiografía para valorar la preferencia lateral masticatoria y saber si es un método fiable para evaluar el LPM.

Ratnasari en 2011 utilizó como instrumento la cama digital fotográfica, por medio de este tomo fotografías obteniendo una imagen digital del bolo triturado en determinados periodos de tiempo (1s, 4s, y 7s). Permitiendo así medir el área del bolo que se encontraba tanto del lado derecho e izquierdo y así poder evaluar la preferencia masticatoria mediante un índice de área de lateralidad.<sup>64</sup>

La videofluorografía ha sido utilizada para registrar los movimientos de la lengua y de la mandíbula. Esta técnica permite monitorear la posición y condición del alimento cuando es mezclado con sulfato de bario, de esta manera puede registrarse la posición del bolo en cada uno de los ciclos masticatorios y así conocer la preferencia masticatoria.<sup>8</sup>

### **Análisis de los ciclos**

El objetivo de observar la posición del bolo o la dirección de la mandíbula es registrar los ciclos masticatorios que serán clasificados y analizados. Estos ciclos pueden ser catalogados en variables dicotómicas (ciclos derechos o ciclos izquierdos), tricotómicas (ciclos derecho, izquierdos o bilaterales) o incluso tener hasta cuatro categorías (predominante, consistente, derecha o izquierda).<sup>24,27,32,51,58,61,76</sup> En algunos casos los ciclos no pueden ser clasificados como derechos ni izquierdos y son nombrados como: “no identificados” o “centrados”.<sup>9,35</sup>

Una vez realizada la clasificación de los ciclos se procede a analizarlos en conjunto, el resultado puede ser expresado en forma cualitativa o cuantitativa. Cuando el LPM es expresado de forma cualitativa generalmente se realiza a través de adjetivos que se asignan según el porcentaje o frecuencia de los ciclos clasificados hacia un lado en particular. Cada autor puede asignar un adjetivo diferente según el porcentaje o la frecuencia. Cuando el 95% de los ciclos se presentan en un lado en particular se conoce como “lado unilateral crónico” (derecho/izquierdo) y si los ciclos masticatorios registrados en el lado derecho o izquierdo están por encima del 66% y debajo del 95%, se conoce como “lado preferentemente unilateral”.<sup>66</sup> El lado de preferencia masticatorio también puede ser expresado cualitativamente como: lado consistentemente (derecho o izquierdo) o lado predominantemente (derecho o izquierdo).<sup>17</sup> Cada autor asigna esta clasificación, con un número distinto de ciclos masticatorios registrados, es decir el lado consistentemente derecho o izquierdo, es cuando todos los ciclos registrados se encuentran en un lado en particular, ya sea tres de tres,<sup>17</sup> cuatro de cuatro<sup>24,32</sup> o siete de siete<sup>51,58,61,76</sup> y el lado predominantemente derecho o izquierdo es cuando se presenta las siguientes condiciones: dos de tres de los ciclos masticatorios registrados,<sup>17</sup> tres de cuatro ciclos registrados<sup>24,32</sup> o cinco o seis ciclos de un total de siete registrados.<sup>51,58,61,76</sup>

El LPM también puede ser expresado cuantitativamente a través de índices que analizan los ciclos masticatorios que previamente fueron clasificados. Estos índices generan una idea del grado de lateralidad masticatoria que pueden tener un individuo.

El Índice de Asimetría "IA" <sup>5,12,46</sup> es uno de los más utilizados para expresar la lateralidad masticatoria. Este índice se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$IA = \left[ \frac{(\text{Núm. Ciclos Derechos}) - (\text{Núm. Ciclos Izquierdos})}{(\text{Núm. Ciclos Derechos}) + (\text{Núm. Ciclos Izquierdos})} \right] \times 100(\%)$$

Un valor de 0% en el índice de asimetría significa que el sujeto mastica por igual en ambos lados, mientras que -100% o 100% significa que el sujeto solo mastica sobre el lado izquierdo o por lado derecho, respectivamente. El valor de cero involucra a todas aquellas personas que mastican de forma bilateral o alternada. Hablar de masticación bilateral incluye un número mayor de sujetos que solo aquellos que pudieran obtener un valor de cero, por tanto algunos autores <sup>5,12,64</sup> optaron por marcar umbrales dentro del índice de asimetría y de esta manera obtener rangos en los cuales se puedan clasificar a los sujetos de estudio (derechos, izquierdos o masticadores bilaterales). Valores que se encuentren dentro de -0,31 al -1 se les consideran con una preferencia masticatoria izquierda, en cambio aquellos valores que se encuentren dentro de -0,3 al 0,3 se les considera que mastican de forma bilateral o alternada y por último aquellos valores que se encuentren entre el 0,31 al 1.0 son aquellos sujetos que tienen una preferencia masticatoria por el lado derecho.

El Índice de lateralidad, <sup>67</sup> índice de masticación lateralizada <sup>78</sup> o el "I index" <sup>11</sup> se calculan de la misma manera que el IA, lo único que varía es que el valor, no se expresa en porcentajes. El "Índice de preferencia lateral" <sup>16,20,23,32</sup> solo registra los primeros ciclos masticatorios a diferencia de los anteriores que evalúan todos los ciclos. En esencia todos se obtienen de la misma fórmula, solo que cada autor los nombra distinto. La fórmula para estos índices sería la siguiente:

$$IL = \frac{(r - l)}{(r + l)}$$

Donde "r" son el número de ciclos registrados hacia la derecha y "l" es el número de ciclos registrados hacia la izquierda. <sup>11,67</sup>

Wilding y Lewin en 1991 nombraron "índice de preferencia" a la proporción del número de ciclos en fase de cierre derechos e izquierdos en relación al total ciclos realizados. <sup>23</sup>

Todos los índices mencionados expresan valores que van desde el -1 al +1, en cambio el valor de lateralidad masticatoria oscila entre el -5 al 5, este al igual que los índices expresa el grado de preferencia lateral masticatoria que puede tener un individuo.<sup>35</sup> Este valor se obtiene al evaluar 5 pruebas masticatorias de 20 ciclos cada una. Se considera que el individuo mastica por el lado derecho si más de la mitad de los ciclos son realizados por ese lado; o bien si más de la mitad de los ciclos masticatorios son realizados en el lado izquierdo entonces se considera que mastica por lado mencionado y bilateralmente si no se cumplen las condiciones anteriores. Existe también una manera distinta de expresar el LPM sin tomar en cuenta los ciclos masticatorios el “Índice de área de asimetría”, en este caso se evalúa el área de bolo que se encuentra sobre el lado derecho e izquierdo de la boca.<sup>64</sup>

$$Area IA = \left[ \frac{(Area D) - (Area I)}{(Area D) + (Area I)} \right] \times 100(\%)$$

Donde D es el área del bolo localizada sobre el lado derecho, y I es el área del bolo que se localiza del lado izquierdo. El área fue medida con el número de píxeles digitales de la imagen.<sup>64</sup>

Sería de interés obtener datos que pudiera reflejar un valor clínico aplicable a la lateralidad masticatoria; es decir todos los índices mencionados expresan un valor cuantitativo, pero no refleja un valor clínico que pudiera usarse en la práctica dental. Este valor podría obtenerse a través del uso de un kinesiógrafo, que permitiera conocer el desplazamiento de la mandíbula (milímetros) en cada ciclo masticatorio, con esto se podría obtener un valor de “asimetría lateral masticatoria”. Este proporcionaría una idea real del grado de asimetría lateral del desplazamiento mandibular durante la masticación.

### **Comida test**

En la mayoría de los estudios que evalúan el LPM, es necesario realizar pruebas masticatorias que requiere el uso de comida test. Estas puede dividirse en dos grupos: natural y artificial. El chicle es la comida test artificial que más se ha utilizado para evaluar la preferencia lateral masticatoria (Tabla 1.1.2).<sup>10-12,17,24-27,32,51,58,59,61,63,65,67,76</sup>



Es importante tener en cuenta que el tamaño, la textura y la dureza del bolo afecta a la actividad muscular y al ciclo masticatorio.<sup>4,9,12,79-82</sup> Se sabe que la comida dura requiere mayor esfuerzo para masticarse que la blanda, esto puede hacer una diferencia en la lateralidad masticatoria. Se ha asumido que para la comida blanda una persona podría masticar sobre ambos lados por igual, por otra parte el lado de preferencia masticatorio en un individuo podría prevalecer al masticar comida dura.

Una de las ventajas de la comida test natural es que los movimientos mandibulares que se realizan durante las pruebas masticatorias se aproximan más a la realidad. Pero debemos tener en cuenta que el utilizar este tipo de comida test tiene ciertas limitaciones como la dificultad de estandarizarlos, ya que ésta puede variar ampliamente su consistencia dependiendo de las condiciones de cultivo y del tiempo que tiene para echarse a perder; de la cantidad de agua que contiene e incluso es diferente dependiendo del lugar geográfico y estacional en el que nos encontremos.<sup>83</sup> En el caso específico del chicle, podríamos mencionar que es fácil su estandarización, además de tener buena reproductibilidad de los movimientos mandibulares, pero mencionar que este tipo de comida test no fue generada para realizar pruebas masticatorias ya que la mayoría de las veces, su uso común es ser un pasatiempo y por tanto al momento de utilizarlo como comida test pudiera ser que no cumpla los criterios que pudieran asemejar la propiedades del alimento que ingerimos para la nutrición, obteniendo así una evaluación del el LPM de forma aleatoria.<sup>17</sup>

Edlund y Lamm<sup>84</sup> propusieron el uso de un material artificial y fácilmente elaborable como “comida test”. Se trata de un material de impresión que es una silicona de condensación llamada Optosil®. Mencionar que el sabor y olor del Optosil® es mínimo, no se ve alterado por la cantidad de agua, es muy accesible, económico y fácilmente manipulable y además, puede mantenerse almacenado durante 7 días sin pérdidas de estabilidad dimensional. En años recientes se ha realizado un protocolo para estandarizar la producción de esta comida test artificial.<sup>85</sup>

La silicona como comida test artificial ha sido poco utilizada en estudios que valoran el LPM,<sup>13,35,56</sup> pero ampliamente utilizada para evaluar la función masticatoria por medio del rendimiento masticatorio o eficiencia masticatoria.<sup>86-88</sup> Podría pensarse que el

utilizar la comida test artificial en la evaluación del LPM sería de utilidad, ya que se ha comprobado que para evaluar la función masticatoria la silicona de condensación es la que se ha utilizado en las últimas dos décadas. La silicona posee las propiedades físicas de los alimentos que permite evidenciar mejor el LPM como la dureza, tamaño y textura, además que la actividad muscular al triturar este material es muy similar comparado a una comida natural.<sup>85</sup>

Se ha demostrado que los alimentos duros son más apropiados para determinar el LPM, además los alimentos con altos niveles de cohesividad, ayudan a evaluar mejor la preferencia lateral masticatoria.<sup>5,9,12,13</sup> El chicle, así como muchas de las comidas test tienen una mayor capacidad cohesiva y por ende estas tiende a ser masticadas como bolo único, produciendo una masticación unilateral. La silicona tiene una cohesividad baja, por tal razón al momento de ser triturada esta puede dispersarse a través de toda la cavidad oral, esto podría favorecer una masticación más bilateral o alternada.<sup>13</sup> Para solucionar el problema de la baja cohesividad y la posible dispersión de partículas a través de la cavidad oral, Mowlana<sup>89</sup> y colaboradores propusieron un método para estudiar la masticación (rendimiento masticatorio) en alimentos con bajo nivel de cohesividad, introdujeron la comida test (almendra) dentro de una bolsa de látex que estaba sellada con cianocrilato. Observaron que el saco era más fácil de retirar de la boca y que no se perdían partículas además comprobaron que la trituración es similar con o sin encapsular la comida test.<sup>89</sup>

Actualmente no existen estudios en los cuales se utilicen silicona como comida test artificial dentro una bolsa “bolo cerrado” para evaluar el LPM, esto podría garantizar una mejor cohesividad de la comida test y permitiría ser masticado como bolo único. Teóricamente, la mejor comida test para evaluar el LPM podría ser aquella que pudiera estandarizar fácilmente, tener una consistencia dura y una alta cohesividad, esto puede conseguirse utilizando silicona como comida test dentro de un saco de látex sellado con cianocrilato.

**Tabla 1.1.2**

<b>Referencia</b>	<b>Comida test</b>
<i>Christensen,<sup>17,27</sup> Kazazoglu,<sup>24</sup> Varela<sup>25</sup>, Mizumori,<sup>12</sup> Nissan,<sup>11</sup> McDonnell,<sup>51</sup> Shinagawa,<sup>65</sup> Minato,<sup>67</sup> Andrade,<sup>74</sup> Jiang,<sup>63</sup> Nissan,<sup>32</sup> Barcellos,<sup>58</sup> Komagamine,<sup>10</sup> Barcellos,<sup>61</sup> Lamontagne,<sup>59</sup> Barcellos.<sup>58</sup></i>	Chicle
<i>Martínez-Gomis,<sup>35</sup> Farias-Gomes,<sup>13</sup> Gomes.<sup>56</sup></i>	Silicona
<i>Santana-Mora<sup>55</sup></i>	Almendras
<i>Pond,<sup>14</sup> Salioni<sup>28</sup></i>	Zanahorias
<i>Paphangkorakit<sup>9</sup></i>	Almendras, espárragos, carne seca
<i>Delpport<sup>16</sup></i>	Waffles, zanahorias, chocolate, caramelos suaves “toffes”
<i>Ratnasari<sup>64</sup></i>	Carne seca “cecina”
<i>Ratnasari,<sup>64</sup> Zamanlu<sup>5</sup></i>	Pastel “chiffon cake”
<i>Zamanlu<sup>5</sup></i>	Nuez
<i>Hoogmartens<sup>20</sup></i>	Cubos de azúcar “lump sugar”
<i>Barcellos,<sup>26</sup> Hoogmartens<sup>20</sup></i>	Pan “Bread”
<i>Wilding<sup>34</sup></i>	Hard wine-gum
<i>Mioche<sup>8</sup></i>	Banana, galleta y carne
<i>Mizumori<sup>12</sup></i>	Pasta de pescado, gummy jelly, rábanos, cacahuetes, calamar seco, maíz
<i>Hennequin,<sup>69</sup> Mizumori<sup>57</sup></i>	Caramelo “Gummy jelly”
<i>Stohler<sup>68</sup></i>	Carne (beef)
<i>Mioche<sup>70</sup></i>	Salchicha, coco fresco, toffes, quesos
<i>Takahashi<sup>62</sup></i>	Cubos de cera

### ***Población***

El lado de preferencia masticatorio ha sido estudiado en diferentes muestras poblaciones, incluyendo desde: adultos jóvenes con dentición natural sana (grupo mayormente estudiado), niños, adolescentes y ancianos. (Tabla 1.1.3) El estudiar este fenómeno en diferentes poblaciones hace que los resultados obtenidos tanto de la prevalencia del LPM y los factores relacionados tengan gran discrepancia. Por ejemplo no es lo mismo estudiar una población totalmente dentada a una población portadora de prótesis dentales o bien estudiar niños en edades diferentes que presenten diferentes denticiones.

**Tabla 1.1.3**

Referencia	N	Edad Media (años)	Población	Estado Dental
Delport <sup>16</sup>	20	25	Adultos jóvenes	D. Natural Sana
Christensen <sup>17</sup>	25	21	Adultos jóvenes	D. Natural Sana
Pond <sup>19</sup>	99	28,8	Adultos	D. Natural Sana
Stohler <sup>68</sup>	12	22 a 38	Adultos jóvenes	D. Natural Sana
Hoogmartens <sup>20</sup>	128	23	Adultos jóvenes	D. Natural Sana
Wilding <sup>34</sup>	30		Adultos jóvenes	D. Natural Sana
kazazoglu <sup>24</sup>	40		Adultos	D. Natural Sana /Edentulos(PT y PI)
Losso <sup>53</sup>	20	17 a 33	Adultos jóvenes	D. Natural Sana
Mioche <sup>70</sup>	36	20	Adultos jóvenes	D. Natural Sana
Bourdiol <sup>4</sup>	36	20	Adultos jóvenes	D. Natural Sana
Mioche <sup>8</sup>	8	23.5	Adultos jóvenes	D. Natural Sana
Varela <sup>25</sup>	60	23	Adultos jóvenes	D. Natural Sana
Mizumori <sup>12</sup>	10	25	Adultos jóvenes	D. Natural Sana
Nissan <sup>11</sup>	189	42	Adultos	Dentados/P. Dentados/Edentulos (PT, PPR)
Mc Donnell <sup>51</sup>	57	7	Niños	Dentición primaria
Shinagawa <sup>65</sup>	17	21 a 31	Adultos jóvenes	D. Natural Sana
Hennequin <sup>69</sup>	15	22,6	Adultos jóvenes	D. Natural Sana
Salioni <sup>28</sup>	31	9,17	Niños	Dentición primaria, Dentición Mixta
Dooland <sup>71</sup>	480		Niños (Mellizos)	Dentición primaria, Dentición Mixta
Paphangkorakit <sup>9</sup>	20	20 a 24	Adultos jóvenes	D. Natural Sana
Mizumori <sup>57</sup>	22	25.9	Adultos jóvenes	D. Natural Sana
Diernberger <sup>6</sup>	4086	20 a 80	Adultos/Ancianos	Dentados/P. Dentados/Edentulos (PT, PPR)
Martínez-Gomis <sup>35</sup>	117	22.2	Adultos jóvenes	D. Natural Sana
Minato <sup>67</sup>	12	29,4	Adultos jóvenes	D. Natural Sana
Andrade <sup>76</sup>	37	7 a 10	Niños	Dentición primaria / Dentición Mixta
Jiang <sup>63</sup>	16	23 a 38	Adultos jóvenes	D. Natural Sana
Ratnasari <sup>64</sup>	36	27,3	Adultos jóvenes	D. Natural Sana
Barcellos <sup>58</sup>	300		Niños	D. primaria / D. Mixta/D. Permanente
Gomes <sup>56</sup>	78	23,5	Adultos jóvenes	D. Natural Sana
Komagamine <sup>10</sup>	45	28,1	Adultos jóvenes	D. Natural Sana
Zamanlu <sup>5</sup>	19	20	Adultos jóvenes	D. Natural Sana
Lamontagne <sup>59</sup>	40	20 a 46	Adultos jóvenes	D. Natural Sana
Santana-Mora <sup>55</sup>	21	32	Adultos jóvenes	D. Natural Sana
Takahashi <sup>62</sup>	53	20 a 80	Adultos/Ancianos	D. Natural Sana/Edentulos (PT)

**D. Natural Sana:** *dentición natural sana*, **P. Dentados:** *parcialmente dentados*, **PT:** *prótesis total*, **PI:** *prótesis sobre implantes*, **PPR:** *prótesis parcial removible*, **N:** *tamaño de la muestra*.

### ***1.1.4 Comparación de métodos que evalúan el LPM***

Varios estudios han comparado diferentes métodos objetivos, aquellos que el operador realiza y en el que evalúan diferentes condiciones como: localización del bolo, dirección de la mandíbula al momento del cierre, electromiografía, etc. Otros estudios han comparado métodos objetivos contra el método subjetivo (percepción del individuo).<sup>11,13,24,32,35,51,62</sup> Algunos han comparado los elementos que conforman cada método, contrastado así diferentes técnicas con distintos instrumentos, por ejemplo: técnica directa (visión directa) versus técnica indirecta (electromiografía),<sup>27</sup> video versus electromiografía,<sup>69</sup> visión directa versus video.<sup>35</sup> También se han comparado diferentes tipos de comidas test dentro de un mismo método<sup>5</sup> o bien se han comparado el número de ciclos utilizados para evaluar el LPM.<sup>5,28</sup>

#### **Visual vs Electromiografía (EMG)**

Christensen y Radue realizaron un estudio para determinar el LPM mediante la localización del bolo (chicle) en 3 periodos de tiempo (15, 20, 25s) y lo compararon con la actividad electromiográfica de los músculos maseteros. Llegaron a la conclusión que el lado de masticación puede determinarse con bastante fiabilidad de los registros que muestran el mayor nivel de actividad electromiográfica. Es decir, la actividad electromiográfica es mayor sobre el lado que se está masticando, solo en el 1-5% de los casos puede presentarse lo contrario o bien no mostrar una diferencia altamente significativa entre ambos lados. De las 36 observaciones, 28 coincidieron en la localización del bolo con respecto al registro de mayor actividad electromiográfica, encontrando un 78% de concordancia entre ambos métodos, además de que esta diferencia electromiográfica era altamente significativa con un valor de  $P < 0.001$ .<sup>27</sup>

#### **Video vs EMG**

En el estudio realizado por Hennequin y colaboradores evalúan los patrones de masticación incluyendo el lado de masticación. Este estudio compara el método que utiliza la cámara de video y el registro de la actividad electromiográfica. Se llevó a cabo realizando una prueba en la cual masticaron una comida test con 4 diferentes texturas. La evaluación de los registros masticatorios a través de la videocámara fue realizada

independientemente por dos operadores y evaluada dos veces con un periodo de tiempo de 6 meses entre una evaluación y la otra. Las variables de estudio fueron tiempo de masticación "TM", número de ciclos "NC", número de aperturas durante la masticación "NAM", tiempo después de la deglución "TDD" y lado de masticación "LM". Para conocer los criterios de validez del estudio se realizó el coeficiente de correlación de Pearson tanto para las variables registradas con videocámara y las que utilizaron electromiografía a excepción del lado de masticación que se realizó el coeficiente Kappa para conocer el nivel de acuerdo que existía entre ambas variables: electromiografía "LM" y video "LM". El coeficiente Kappa entre ambas variables fue de 0.85, indicando un buen nivel de acuerdo entre estas variables.<sup>69</sup> Para conocer la fiabilidad tanto entre e intra-operador se calculó el coeficientes intra-clase "Intraclass coefficient ICC" en todas las variables registradas en video a excepción del lado de masticación que se utilizó el coeficiente Kappa. Se obtuvieron el ICC y el coeficiente Kappa de cada una de las texturas de la comida test, tanto de la evaluación entre operadores e intra-operador. Para los coeficientes intra-clase se observó que había una correlación entre la dureza de alimentos y el coeficiente de fiabilidad, mientras más duros los alimentos peor es la fiabilidad. El coeficiente kappa fue de 0,85 (media de las 4 texturas) para la evaluación entre operadores, se observó un aumento de este valor conforme aumenta la dureza de la comida test. Para la evaluación intra operador se obtuvo un coeficiente Kappa de 0,87 (media de las 4 texturas).

Sería importante conocer el nivel de fiabilidad inter-operador, al realizar dos pruebas masticatorias, ya que en el estudio realizado por Hennequin y colaboradores solo utilizaron una prueba masticatoria (video cámara) para evaluar la fiabilidad inter-operador, además al comparar este valor de fiabilidad solo se utilizó un método y no ambos, hubiera sido interesante conocer la fiabilidad inter-operador con respecto al método que utiliza electromiografía y a su vez compararlas entre sí.

El valor del coeficiente kappa entre ambos métodos podría variar si se realiza una prueba masticatoria para cada método, sería interesante realizar un estudio en el que se comparen método utilizando pruebas masticatorias realizadas en diferentes periodos de tiempo.

### **Técnica Visual vs Video**

En el estudio realizado por Martínez-Gomis y colaboradores se utilizó el valor de lateralidad masticatoria para evaluar el LPM. Este valor se obtuvo utilizando dos técnicas visual y video, al comparar los resultados de estas dos técnicas se obtuvo un coeficiente de relación intraclases (intraclases correlation coefficient “ICC”) de 0.98 un valor alto y razonable, demostrando que la técnica directa puede ser bastante fiable para evaluar el LPM.<sup>35</sup> Mencionar que el valor del ICC no se obtiene de total de la población estudiada, solo se registraron en video 17 pruebas masticatorias mismas que se utilizaron para compararlas con la técnica directa.

### **Visual vs Kinesiografía**

Se compararon dos métodos distintos para evaluar el LPM, el primero evaluó la localización del bolo (visión directa) y el segundo la dirección de la mandíbula en el momento de cierre (kinesiografía).<sup>25</sup> Cada método utilizó una prueba masticatoria. Para conocer la relación entre métodos se utilizó el coeficiente kappa. Teniendo en cuenta que los valores Kappa inferiores a 0,4 indican baja concordancia, entre 0,4 y 0,75 un acuerdo justo y por encima de 0,75 una excelente concordancia,<sup>90</sup> no se encontró una relación estadísticamente significativa al obtener un valor Kappa de 0,123 entre ambos métodos.<sup>25</sup> Los valores y porcentajes absolutos que se encontraron en los dos métodos tenían una mayor preferencia hacia el lado derecho.<sup>25</sup>

El valor del coeficiente Kappa que se obtuvo al comparar estos dos métodos es relativamente bajo, esto podría ser porque cada método evalúa diferentes grados de preferencia lateral masticatoria, ya que uno evalúa la localización del bolo y otro la desviación de la mandíbula o bien al ser dos pruebas distintas puede que influya al momento de comparar estos métodos.

### **Objetivo vs subjetivo**

Varios estudios han comparado los métodos objetivos contra el método subjetivo. Los métodos objetivos que evalúan el LPM vendrían a ser todos aquellos que son medidos a través del operador y podríamos decir que el resultado de estos es un “lado de preferencia masticatorio observado” y vendría siendo aquel que se evalúa por medio



de la localización del bolo, la dirección de la mandíbula al momento del cierre, electromiografía, etc., y a través de cualquier tipo de técnica ya sea directa o indirecta; el método subjetivo es aquel que se obtiene mediante la percepción del individuo y se le puede nombrar lado de preferencia masticatorio declarado o subjetivo cuando es evaluado de esta manera.

Muchos artículos han comparado el LPM objetivo contra el LPM subjetivo y lo han hecho a través de grados de concordancia, los resultados han sido muy variados. Kazazoglu<sup>24</sup> encontró una alta correlación entre el primer ciclo masticatorio y el LPM subjetivo que fue confirmado en el 75% los sujetos estudiados. Takahashi<sup>62</sup> al comparar ambos métodos encontró una concordancia de 92.5% para los sujetos con dentición sana y el 90,9% para sujetos que portaban prótesis totales. Otro estudio compara el método que utiliza el kinesiógrafo contra el LPM evaluado subjetivamente, encontrando que en el 47% de los sujetos coincidió su lado de preferencia.<sup>13</sup> Martínez-Gomis encontró un grado de concordancia de 80,3% entre el lado de preferencia observado y el declarado por el sujeto, con un valor de coeficiente Kappa de 0,67.<sup>35</sup> Mc Donnell y colaboradores realizaron un estudio en niños encontrando un 56% de coincidencia entre el LPM observado y el LPM subjetivo, además de un valor de coeficiente Kappa de 0,32.<sup>51</sup> Varela al comparar el método subjetivo con el objetivo, encontró valores de coeficiente kappa de 0,32 para LPM objetivo por visión directa y 0,77 para el método con Kinesiografía. Otro estudio encontró una buena relación entre el método que evalúa el LPM a través del primer ciclo masticatorio y el que lo hace de manera subjetiva, teniendo un valor del test de correlación Phi altamente positivo y significativo ( $r=0,6$ ,  $p<0.001$ )<sup>11,32</sup>

### **Comparación diferentes texturas de alimentos**

Está demostrado que los alimentos duros , así como materiales con alto cohesividad que no se desintegran son más apropiados para determinar el PCS.<sup>5,9,12,13</sup> En el estudio de Paphangkorakit<sup>9</sup> y colaboradores se compararon tres texturas diferentes de comida test (carne seca, espárragos y almendras), observaron que las personas que presentaron un LPM tenían un patrón de masticación más reproducible con las almendras que con las otras dos texturas de comida test. Otro estudio comparo dos

texturas diferentes, dura (almendras) y blanda (pastel), observando que el LPM para alimento duro fue del 73,68% y para el alimento blando fue de 57.89%, demostrando que existe una cierta relación entre el LPM en los primeros ciclos masticatorios y la comida test dura (valor kappa 0,36).<sup>5</sup> Mizumori comparó 7 diferentes texturas de comida test llegando a la conclusión que la comida test dura evoca mejor la lateralidad masticatoria.<sup>12</sup>

### **Primer ciclo vs todos los ciclos**

El concepto de LPM incluye la forma en cómo se evalúa el LPM ya sea utilizando el primer ciclo o bien todos los ciclos registrados. Zamanlu<sup>5</sup> comparó estas dos formas de evaluar el LPM y llegó a la conclusión que la preferencia lateral masticatoria puede manifestarse mejor al evaluar todos los ciclos masticatorios (utilizando el índice de asimetría). En cambio otro autor mencionó que si existiera un lado de preferencia para masticar, lo más probable sería que se utilice en los primeros ciclos.<sup>16</sup>

## 1.2 RENDIMIENTO MASTICATORIO

El rendimiento o eficiencia masticatoria, es importante para evaluar la función masticatoria, este se puede definir como la proporción de comida que puede ser triturada en la cavidad oral.<sup>91</sup> Los métodos objetivos para evaluar el rendimiento masticatorio son necesarios para evaluar las capacidades funcionales orales, para estudiar el impacto de los tratamientos dentales y para evaluar los niveles de discapacidad.<sup>92</sup> El rendimiento masticatorio podría ser utilizado como variable control permitiendo comparar los métodos que evalúan el LPM.

### 1.2.1 Concepto

Según la literatura anglosajona, la eficiencia masticatoria “Masticatory Efficiency” es el número de ciclos masticatorios necesarios para reducir la comida a un determinado tamaño de partícula. Y el rendimiento masticatorio “Masticatory Performance” es la distribución del tamaño de partícula cuando ésta es masticada durante un número determinado de ciclos masticatorios.<sup>83,93</sup>

El método más utilizado para estudiar la eficacia o rendimiento masticatorio es determinar la capacidad individual para moler o pulverizar “una comida test” analizando mecánicamente el material masticado.<sup>86,87</sup> Para esto se invita a los individuos a masticar una determinada “comida test” que posteriormente será escupida y recogida para analizar las partículas resultantes teniendo en cuenta el tamaño y masa (volumen). Este funcionamiento depende de diferentes factores como son: la comida test usada, el tamaño, forma y dureza del bolo, el número de golpes masticatorios necesarios y la manera de cuantificar dicho rendimiento. Para evaluar el rendimiento masticatorio se han descrito diversos métodos para cuantificarlo: Espectrofotometría, Microscopía, Láser, Escaneado, Test de laboratorio

En la mayoría de estudios se utiliza el método “Test de laboratorio” desarrollado por Yurkstas y Manly. Este es un método de estimación del rendimiento masticatorio basado en la determinación del porcentaje de volumen de comida masticada durante un determinado número de ciclos masticatorios que pasa a través de unos tamices de diferente luz.<sup>94</sup> Algunos estudios utilizan un solo tamiz,<sup>94-99</sup> definiendo el rendimiento

masticatorio como el porcentaje de peso de la comida masticada que pasa a través de un tamiz estándar después de un número fijo de ciclos masticatorios. Otros estudios usan más tamices y obtienen más información en la distribución del tamaño de partícula, definiendo el rendimiento masticatorio como la distribución del tamaño de las partículas de la “comida test” masticada después de un número determinado de ciclos masticatorios.<sup>39,84,86,93,100-103</sup> El tamaño de partícula media o “Median Particle Size” (MPS) es la medida objetiva utilizada para evaluar el rendimiento.<sup>93,104,105</sup> Van der Bilt y colaboradores demuestran que es mejor el uso de diversos tamices a la hora de medir el rendimiento masticatorio.<sup>105</sup>

Desde 1940 una variedad de comidas test han sido utilizadas para evaluar el rendimiento masticatorio: gelatina, cacahuetes, nueces, coco, zanahoria, almendras, soja, manzana, café, huevo cocido, etc.<sup>40,94,106,107</sup> Al igual que en el lado de preferencia masticatorio, el inconveniente de utilizar comida test natural para evaluar el rendimiento masticatorio, es que ésta puede variar ampliamente su consistencia dependiendo de las condiciones de cultivo y del tiempo que tiene para echarse a perder; de la cantidad de agua que contiene e incluso es diferente dependiendo del lugar geográfico y estacional en el que nos encontremos. Como se mencionó anteriormente para evitar estos inconvenientes se propuso un material artificial que fuera fácilmente elaborable como “comida test”.<sup>84</sup> Esta comida test artificial se elaboró con un material de impresión que es una silicona de condensación llamada Optosil® y se ha utilizado con éxito para evaluar el rendimiento masticatorio en las últimas décadas.

Se ha utilizado comida test natural dentro de un saco de látex sellado con cianocrilato para evaluar la función masticatoria, pero no se ha utilizado la comida test artificial (silicona) de esta misma forma. Pudiera ser que utilizar silicona como comida test artificial dentro de una bolsa de látex mejoraría la cohesión bolo. Teóricamente la mejor comida test para evaluar el LPM sería que se forma artificial, dura y con altos niveles de cohesividad. Esto podría conseguirse al introducir la comida test dentro de una bolsa de látex.

## 1.2.2 Factores relacionados

El rendimiento masticatorio se ha relacionado con muchos factores como la fuerza masticatoria, la oclusión, el patrón de los movimientos mandibulares, el sexo, la morfología craneofacial, la cantidad y viscosidad de la saliva, la personalidad, el estado periodontal, la presencia de disfunción temporomandibular así como otros factores fisiológicos y patológicos.<sup>38,44,88,99,104,108-114</sup>

Dado que muchos de estos factores están relacionados entre sí, se han propuesto modelos de predicción con los que se pueden reconocer los factores que están más directamente relacionados con el rendimiento masticatorio. Estos factores son la fuerza masticatoria y el número de dientes que contactan o el área de contacto oclusal en una posición de máxima intercuspidad. Estos parámetros pueden explicar entre el 42 y el 72% de la variación del rendimiento masticatorio.<sup>44,99,112-114</sup>

**La fuerza masticatoria:** es la presión que ejercen los músculos del sistema masticatorio durante la masticación. Existe una relación entre la fuerza masticatoria y el rendimiento masticatorio, ya que la fuerza que se ejerce al masticar la comida hace que esta se desmenuce y se aumente el área de superficie del alimento para mejorar así, la elaboración del bolo y la acción de la saliva.<sup>93,115</sup> En la mayoría de estudios cuanto más altos son los valores de fuerza masticatoria mejor es la fragmentación de la comida y por tanto mejora el rendimiento masticatorio.<sup>44,93,99,101,115-119</sup> También se ha observado, que la fuerza masticatoria adquiere un papel principal en las poblaciones más homogéneas, es decir, en aquellas donde existe un mínimo de 20 dientes.<sup>108,112</sup>

**Oclusión:** se define como la relación funcional entre los componentes del sistema masticatorio incluyendo los dientes, los tejidos de soporte, el sistema neuromuscular, las articulaciones temporomandibulares, y el esqueleto craneofacial. La oclusión estática es aquella que se produce cuando el paciente cierra en posición de máxima intercuspidad, presentando el mayor número de contactos. La oclusión dinámica es aquella que se produce cuando se realizan las diferentes excursivas. Cuando se estudia la relación entre oclusión y rendimiento masticatorio se han de valorar diferentes factores. El primero de ellos es el estado dental, pues sin dientes no habrá oclusión.

Diferentes estudios han demostrado que la eficacia masticatoria disminuye con el deterioro de la dentición natural,<sup>120-123</sup> es decir, cuanto menos dientes peor eficacia masticatoria. Una vez se estudian poblaciones más homogéneas en lo que respecta al número de dientes, contando con un mínimo de 20 dientes, los factores con mayor relevancia para el rendimiento masticatorio son el área de contacto oclusal,<sup>33,44</sup> las áreas próximas al contacto,<sup>48,110,124</sup> los puntos de contacto oclusal,<sup>125</sup> los dientes en contacto,<sup>118,122</sup> y las Unidades de dientes funcionales (functional tooth units).<sup>99,126</sup>

Los estudios que evalúan el rendimiento masticatorio presentaban varias limitaciones. En primer lugar, la fuerza mandibular máxima no es la fuerza que se ejerce durante la masticación. Mediante un electromiógrafo se puede determinar el nivel de actividad muscular para cada ciclo masticatorio y conocer la fuerza masticatoria a partir de la correlación entre fuerza muscular (Newtons) y actividad muscular ( $\mu\text{V}$ ).<sup>127</sup> Otro factor relacionado con la oclusión dinámica es que en los estudios realizados, los contactos oclusales excéntricos sólo fueron valorados en una única posición lateral (1.5 mm de PIM).<sup>113</sup> Un tercer aspecto que sería interesante estudiar es el comportamiento de los movimientos mandibulares durante la masticación y poder conocer su influencia en el rendimiento masticatorio.<sup>10</sup> El ArcusDigma II (KaVo®) es un aparato que registra digitalmente los movimientos mandibulares y puede medir varios parámetros relacionados con el movimiento mandibular, este podría ayudar a evaluar los movimientos mandibulares durante la masticación y así conocer la variación que ocupa el movimiento mandibular en referencia al rendimiento masticatorio.

### 1.2.3 Implicaciones clínicas

Uno de los objetivos principales de la prostodoncia es establecer una buena oclusión para restaurar o mejorar la capacidad de masticación y por tanto el rendimiento masticatorio.<sup>128</sup> Por tal razón, al realizar un tratamiento prostodóntico sería necesario conocer los factores que influyen en el rendimiento masticatorio. Actualmente no se ha descrito el modelo oclusal, tanto estático como dinámico, que aporta el mejor rendimiento masticatorio.

#### **1.2.4 Rendimiento Masticatorio como variable control en el LPM**

Como se mencionó anteriormente, el rendimiento masticatorio es una forma de evaluar la función masticatoria, este también podría ser de utilidad en el estudio que se pretende realizar, en el que se evaluarán nuevos métodos que determinan el LPM de los individuos, con aquellos que ya se encuentran descritos en la literatura. El rendimiento masticatorio podría utilizarse como variable control para valorar la fiabilidad intra e inter-métodos. Por ejemplo permitirá conocer si el rendimiento masticatorio de un individuo varía al realizar el método con electromiografía o con kinesiografía, o bien saber si existe una variación al utilizar bolo abierto o bolo cerrado.

Existe otra variable control que se utilizará en el estudio, el tiempo promedio por ciclo masticatorio permitirá conocer si existe alguna diferencia intra e inter-métodos.

# JUSTIFICACIÓN





## 2. JUSTIFICACIÓN

Estudiar la función masticatorio de los individuos es un campo de la investigación muy amplio y este puede depender de muchos factores que la comunidad científica aún no ha resuelto y comprendido por completo. El lado de preferencia masticatorio es una de estas áreas que aún falta por indagar en su conocimiento, por tanto es de vital importancia entenderlo para poder desvelar todas las incógnitas que hoy en la actualidad existen. Lo ideal sería que la definición del LPM sea universal y bien aceptada por toda la comunidad científica. Este sería un paso para poder acotar las grandes diferencias que existen en torno a los resultados de los estudios que evalúan el LPM.

Todos los métodos utilizados para evaluar el LPM miden en cierto grado la lateralidad masticatoria, algunos de manera cualitativa otros de forma cuantitativa, pero dado que la preferencia masticatoria no es un fenómeno del todo o nada, el valor o índice del LPM debería ser cuantitativo para poder discriminar diferentes grados de lateralidad masticatoria y obtenido a partir de un mínimo número de ciclos masticatorios.<sup>34</sup> El método de determinación debería ser válido y fiable, la comida test debería parecerse a la comida normal preferiblemente duro y poder estandarizarse para que los resultados del LPM sean comparables intra e inter-estudios.



# **HIPOTESIS Y OBJETIVOS**



### 3. HIPOTESIS Y OBJETIVOS

#### Hipótesis

- Existe un método que sea el más fiable para evaluar el lado de preferencia masticatorio
- Los índices “Asimetría Lateral Masticatoria” y “Asimetría Muscular Masticatoria” son métodos fiables para evaluar el lado de preferencia masticatorio.
- La Escala Visual Analógica (VAS) puede ser utilizada como método y a su vez ser fiable para evaluar el lado de preferencia masticatorio.
- El MPS varía intra-sujetos al utilizar bolo abierto o cerrado como comida test para evaluar el LPM.

#### Objetivos Principales

- Conocer cuántos factores latentes se pueden obtener a partir de los métodos utilizados para evaluar el lado de preferencia masticatorio y observar qué método se relaciona mejor a cada variable latente.
- Comparar la validez de diferentes métodos que evalúan el lado de preferencia masticatorio mediante el análisis factorial confirmatorio.
- Validar el índice de asimetría lateral masticatoria como método de valoración del LPM.
- Validar el índice de Asimetría Muscular Masticatorio, como método de valoración del LPM.
- Validar La Escala Visual Analógica (VAS), como método de valoración del LPM.

#### Objetivos secundarios

- Comparar la fiabilidad de las diferentes técnicas utilizadas para evaluar el LPM.
- Comparar la precisión y la validez de los métodos que utilizan sólo el primer ciclo con los que utilizan varios ciclos masticatorios.
- Comparar la fiabilidad de la silicona y del chicle como comida test para determinar el LPM.

- Conocer el efecto de encapsular las pastillas de silicona dentro de un saco de látex en la determinación del LPM, en el rendimiento masticatorio y en la duración del ciclo masticatorio.

# **MATERIAL Y MÉTODOS**





## 4. MATERIAL Y MÉTODOS

### 4.1 DISEÑO Y POBLACIÓN

Se realizó un estudio observacional y transversal en dos fases. En la primera fase participaron 43 adultos jóvenes (23 mujeres y 19 hombres), se realizaron pruebas masticatorias divididas en 2 sesiones con un periodo de tiempo entre cada sesión de una semana, de estas pruebas se obtuvo el LPM de los individuos. Ocho métodos fueron los que se utilizaron para evaluar el LPM, de estos métodos se evaluó la fiabilidad de cada uno y se observó el método que tuvo mejor concordancia con la variable latente. La segunda fase se llevó a cabo con 10 individuos que formaban parte de la muestra inicial, esta fase consistió en repetir las 2 sesiones (test y retest) para conocer la repetibilidad de los métodos, entre el test y el retest hubo un periodo de tiempo de 2-4 semanas.

Los criterios de inclusión fueron los siguientes:

- Tener una edad entre 18 y 65 años
- Contar como mínimo con 24 dientes naturales sin grandes restauraciones
- No estar recibiendo un tratamiento activo de ortodoncia

Los criterios de exclusión fueron:

- No poder realizar todas las mediciones
- Referir dolor orofacial durante las pruebas masticatorias

Todos Los sujetos fueron informados completa y minuciosamente sobre el estudio del cual iban a formar parte y firmaron un consentimiento informado supervisado y aprobado por el Comité Ético de Investigación Clínica de la Clínica Odontológica Universitaria (Code 17/12). Todos los experimentos fueron hechos de acuerdo con los principios de la declaración de Helsinki. (Anexo I)

## 4.2 PROCEDIMIENTOS

La investigación se dividió en tres 3 etapas: preparación del material, procedimiento experimental y análisis del LPM. En la primera etapa se preparó el material necesario para realizar las pruebas masticatorias. En la segunda etapa se llevó a cabo las pruebas masticatorias. En la tercera etapa se analizó los datos y se determinó el LPM, además se evaluó el rendimiento masticatorio tamizando las partículas trituradas (silicona, Optosil®).

### 4.2.1 *Preparación del Material*

En 5 de los 8 métodos utilizados para evaluar el LPM, fue necesario realizar pruebas masticatorias donde se utilizó comida test (artificial). Teóricamente la mejor comida test para evaluar el LPM es aquella de fácil estandarización, con una consistencia dura y una alta cohesividad. Teniendo en cuenta lo anterior se puede considerar la utilización de silicona como comida test artificial, ya que cumple con las características señaladas, favoreciendo de esta manera la determinación del lado de preferencia masticatorio.

Se utilizó silicona de condensación como comida test artificial (Optosil® P Plus, Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Germany). Varios estudios han utilizado la silicona para evaluar el rendimiento masticatorio,<sup>44,88</sup> pero pocos estudios han recurrido a este material para evaluar el LPM, la mayoría utilizó el chicle como comida test.<sup>13,35,56</sup>

#### *Estandarización de la Silicona*

Para elaborar la comida test artificial se usó silicona de condensación (Optosil® P Plus, Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Germany). El mezclado de la misma fue realizado de acuerdo con las instrucciones marcadas por el fabricante y siguiendo el protocolo descrito por Albert y colaboradores.<sup>85</sup> Dado que la dureza es una de las propiedades más significativas de los compuestos elastoméricos que a su vez engloba otras cualidades como la resiliencia, durabilidad, uniformidad y la resistencia a la tensión, se tuvo una cuidadosa atención a la hora de mezclar la silicona para no modificar dichas propiedades.

Mezclado los componentes del material Optosil® (macilla y activador), se colocó sobre una plancha metálica y se extendió aplastándolo con un rodillo. Posteriormente se aplastó contra otra plancha de las mismas características la cual tenía unos topes de 5mm de grosor que contactaban con la primera plancha, dándole así a la silicona un grosor uniforme de 5mm. Se esperaba 15 minutos hasta su endurecimiento total aplicándole un peso de 5Kg. Con un tubo metálico afilado de 20mm de diámetro de luz interna se cortaba el material hasta obtener tabletas de 20mm de diámetro x 5mm de espesor.<sup>35,85,113</sup>

Realizadas las tabletas de silicona se cortaban en 4 cuartos uniformes con unas cuchillas ya preparadas para ello, 3 de las 4 partes de las tabletas  $\frac{3}{4}$  equivalía a 2g aproximadamente. (Figuras 4.2.1) Se tuvo en cuenta que la silicona dispone de 7 días para hacer uso de ella sin que pierda su estabilidad dimensional ni propiedades, por tanto cuando se almacenó se anotó la fecha y hora en que ese material había sido elaborado.

**Figura 4.2.1**



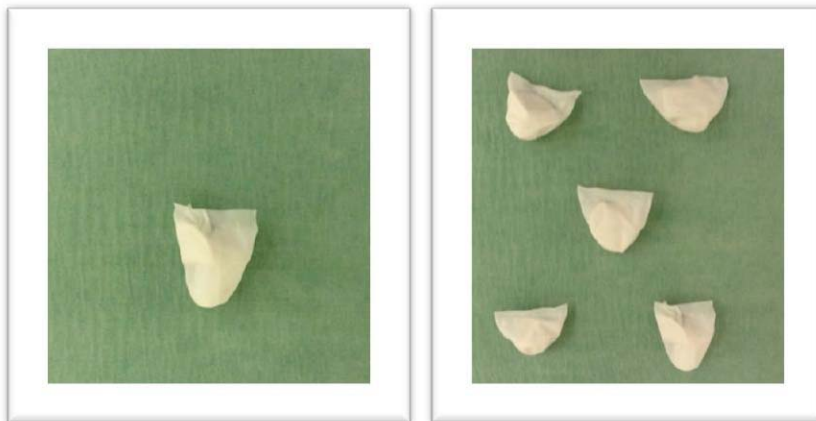
La comida test artificial (silicona) se utilizó de dos maneras diferentes, en la primera  $\frac{3}{4}$  partes de una pastilla de silicona era masticadas de forma libre “bolo abierto”. En la otra las  $\frac{3}{4}$  partes de una pastilla de silicona se introdujeron en un saco de látex que se selló con cianocrilato “bolo cerrado”.

### **Elaboración del “bolo cerrado”**

Se elaboró el bolo cerrado con las 5 puntas de los dedos de un guante de látex y se introdujo  $\frac{3}{4}$  partes de una pastilla de silicona dentro del saco de látex. Cada guante proporcionó 5 “bolos cerrados” que se utilizaron para cada ensayo de cada prueba masticatoria. Una prueba masticatoria constó de 5 ensayos.

Cada punta de guante midió de 4,0 cm de longitud, en estas se introdujo las  $\frac{3}{4}$  partes de la pastilla de silicona que tenían un peso de 2 g aproximadamente. Colocadas las pastillas dentro del saco de látex se procedió a sellarlo, el sellado fue realizado con cianocrilato (Loctite SuperGlue-3®), se esperó un minuto para dejar secar el adhesivo, después se cortó el excedente del guante que estaba sobre el extremo donde fue sellado.

**Figura 4.2.2**

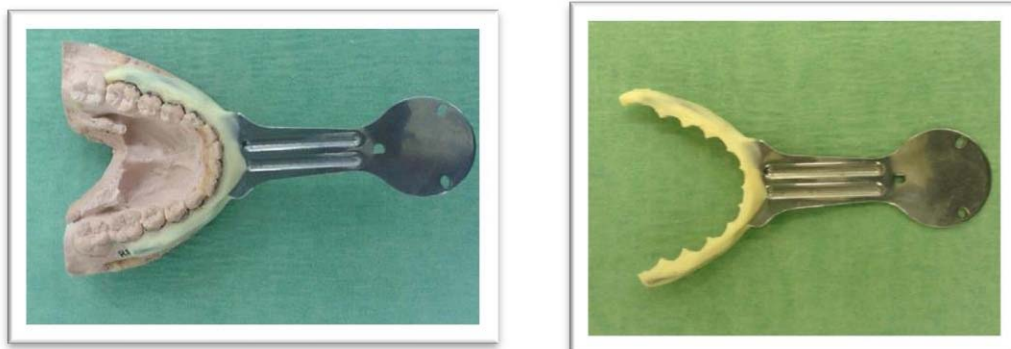


### **Rebase de las horquillas de fijación del maxilar inferior**

Las horquillas de fijación se utilizaron para registrar los movimientos mandibulares, estas debían estar sujetas a las caras vestibulares de los dientes inferiores ya que su función principal era soportar un sensor que transmitía los movimientos de la mandíbula al ArcusDigma II durante la masticación. Para que la horquilla estuviera perfectamente adaptada a las caras vestibulares fue necesario realizar un rebase con resina acrílica (TRIM®, Bosworth), el rebase se realizó de manera indirecta sobre modelos de yeso, estos eran réplicas de la boca de cada uno de los individuos. El procedimiento que se realizó fue el siguiente:

- Se recortaron los modelos de trabajo (yeso) y se eliminó cualquier burbuja de aire que estuviera en las caras oclusales del sector posterior.
- Se colocó el modelo superior sobre el inferior (PIM), después con un lápiz se realizó una línea sobre las caras vestibulares de los dientes inferiores, siguiendo el borde inicial así como el borde de las cúspides de los dientes superiores. Esto se realizó por que al momento de hacer el rebase era necesario observar hasta donde llegaban las cúspides de los molares y premolares y el borde incisal de los dientes anteriores, de esta manera no se colocaba material más allá de esta línea para no obstruir al momento de realizar PIM.
- Una vez que se realizó esta marca, se procedió a colocar separador yeso-acrílico sobre el modelo de yeso inferior
- Se ajustó la horquilla a la arcada de la boca
- Se mezcló el polvo-liquido de la resina acrílica, una vez que se obtuvo la consistencia adecuada se colocó sobre la horquilla y después se llevó al modelo. Los excedentes de acrílico se eliminaron con un bisturí. (Figura 4.2.3)

**Figura 4.2.3**



### ***4.2.2 Procedimiento experimental***

En esta etapa se realizó las pruebas masticatorias de las cuales se obtuvieron los datos para analizar el LPM de los 43 individuos que participaron en el estudio.

Todos los individuos que participaron en el estudio realizaron 2 sesiones, entre una sesión y la otra hubo un periodo de tiempo de una semana para dejar descansar al individuo por si hubiese fatiga de los músculos masticatorios. En el primera sesión “Sesión 1” se llevaron a cabo las pruebas masticatorias donde se utilizaron como instrumentos: electromiógrafo (ArcusDigma II, Kavo®), cámara de video (Sony HDR-UX7E, Japón), visión directa y la Escala Visual Analógica (VAS). En la sesión 2 se utilizó el Kinesiógrafo (ArcusDigma II, Kavo®) en las pruebas masticatorias y se evaluó subjetivamente por medio del VAS.

Las pruebas masticatorias de la sesión 1 fueron realizadas por dos operadores previamente entrenados, un operador se encargó de utilizar el electromiógrafo y el otro se encargó de la cámara de video además de realizar el conteo de los ciclos masticatorios por la técnica de visión directa. Las pruebas masticatorias de la sesión 2 fueron realizadas por un solo operador previamente entrenado para utilizar el Kinesiógrafo (ArcusDigma II, Kavo®)

#### **Sesión 1**

**Variables control:** En el primer día de pruebas masticatorias, se informó al sujeto sobre el procedimiento del estudio, firmó el consentimiento informado y se procedió a rellenar la primer parte de la hoja de recogida de datos. (Anexo II) Se registraron: nombre y apellidos, fecha de la sesión, fecha de nacimiento, sexo, correo electrónico y código asignado.

**Variables Subjetivas:** Se procedió a realizar un pequeño cuestionario antes de iniciar la prueba masticatoria, este constaba de dos apartados en el primero se preguntó lo siguiente:

1. ¿Tienes preferencia por un lado Cuándo masticas un alimento duro?
2. ¿Y si es blando?
3. ¿Y el chicle?

Para anotar las respuestas se realizó una tabla (figura 4.2.4), cada respuesta podía ser contestada de la siguiente manera: el lado derecho (+1), el lado izquierdo (-1), alternado o simultáneo (0) y no lo sabe (0).

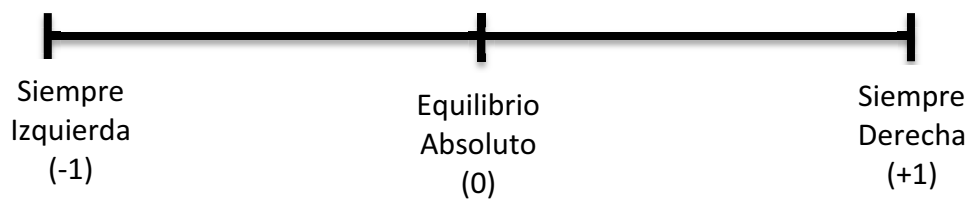
**Figura 4.2.4**

	Derecha (+1)	Izquierda (-1)	Simultaneo (0)	Alternado (0)	No lo sabe (-)	VAS (-1 a +1)
Alimento Duro						
Alimento Blando						
Chicle						

En el segundo apartado se mostró al individuo una VAS plastificado, similar a la que se muestra en la *figura 4.2.5*. En el VAS el individuo marcó con una raya el valor que él cree darle a su lateralidad masticatoria. La instrucción que se dio antes de realizar la marca fue la siguiente:

- “Marca el punto que mejor describa la frecuencia y el lado por el cual sueles masticar, considerando el extremo izquierdo como si siempre masticaras por el lado izquierdo y el extremo derecho como si siempre masticaras por el lado derecho y el punto medio como un equilibrio absoluto.”

**Figura 4.2.5**



**Prueba masticatoria:** Registradas las variables control y las subjetivas, se invitó al sujeto a sentarse en una silla. Se explicó al individuo que durante las pruebas masticatorias sus pies debían de estar tocando el suelo, tener la espalda recta y su mirada debía estar fija hacia la videocámara.



Se realizaron 5 pruebas masticatorias para esta sesión:

1. Masticar de forma libre un bolo abierto durante 20 ciclos. Este procedimiento se repitió 4 veces más.
2. Masticar de forma libre un bolo cerrado durante 20 ciclos. Este procedimiento se repitió 4 veces más.
3. Masticar por el lado derecho un bolo cerrado durante 20 ciclos. Este procedimiento se repitió 4 veces más.
4. Masticar por el lado izquierdo un bolo cerrado durante 20 ciclos. Este procedimiento se repitió 4 veces más.
5. Masticar chicle durante 25s

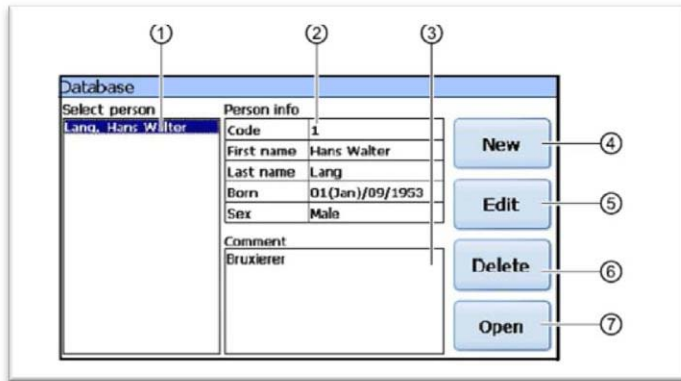
Para registrar la actividad electromiográfica del músculo temporal anterior se utilizó un accesorio (cables de electrodos diferenciales) del ArcusDigma II, Kavo® (*Figura 4.2.6*).

**Figura 4.2.6**



Las variables control se registraron en el dispositivo electrónico ArcusDigma II. Se realizó un registro para cada sujeto y para cada evaluación. En la pantalla principal (*Figura 4.2.7*) se abre un registro nuevo “New patient” y se ingresa los datos siguientes: nombre y apellidos, código de los operadores y el del sujeto, por ultimo fecha de día. Una vez introducidos estos datos se procedió a colocar los electrodos en el individuo.

Figura 4.2.7

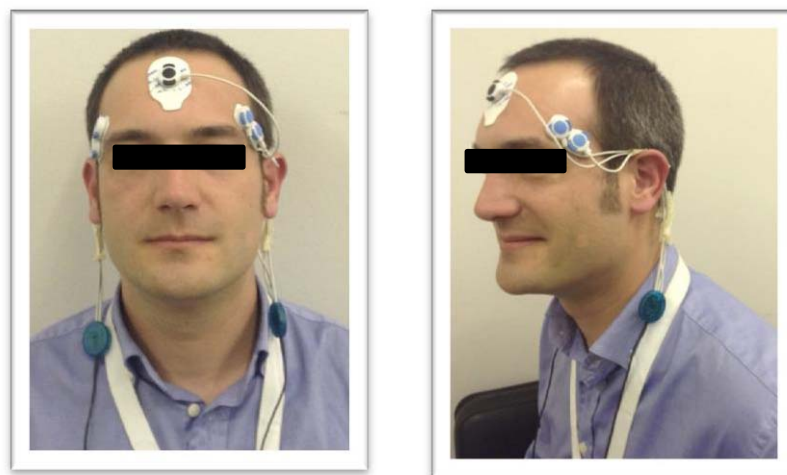


Se colocaron 5 electros (NORAXON dual EMG Al/Agcl #272) en cada individuo un par en la zona de los temporales y un quinto “neutro” que se posicionó en la frente, el procedimiento para colocar los electrodos fue el siguiente:

- Se limpió y acondicionó la piel de la zona temporal con alcohol, evitando zonas con cabello, se esperó 5 minutos para que la impedancia sea óptima. La recomendación del fabricante fue abrasionar ligeramente la piel para eliminar las células muertas.
- Se colocó los electrodos: en el centro del vientre muscular de los dos temporales, en paralelo a la dirección de las fibras musculares, con una separación de 2 cm. Para colocar el par de electros en los temporales se tuvo de referencia lo siguiente: el electrodo inferior se colocó por encima del arco cigomático, y el superior por debajo de la cresta del temporal.
- Se debía de asegurar que el pelo no se enganchen al electrodo y que estos estuvieran separados del ojo.
- Se colocó un electrodo neutro en la frente.
- La conexión de los cables a los electrodos se realizó después de conectarlos al aparato, evitando así la acumulación de carga estática.
- Por último se comprobó que los movimientos de la cabeza del sujeto no tiran de los cables de los electrodos.

Una vez finalizada la colocación de los electros se procedió a verificar la cámara de video (Sony HDR-UX7E, Japón) que estaba posicionada a una distancia de 1 metro justo enfrente del individuo. (Figura 4.2.8)

**Figura 4.2.8**



Con un marcador se realizó tres puntos en la cara del individuo, estos estaban alineados y se colocaron: uno en la punta de la nariz, otro en el centro del labio superior y otro sobre la barbilla.<sup>9</sup> Realizadas las marcas, se indicó al sujeto que fijara su vista a la cámara y que evitara moverse, para registrar la zona del tercio inferior de la cara (opción zoom).

Realizado lo anterior se explicó la prueba masticatoria, la cual consistía en masticar pastillas de silicona (bolo abierto “Ba” y bolo cerrado “Bc”) durante 20 ciclos masticatorio, además de masticar 1g chicle (Trident Laminas Menta fresh®) durante 25s. La prueba se realizó de la siguiente manera: el sujeto masticó de manera libre un bolo abierto y después un bolo cerrado, estos procedimientos se repitieron 4 veces más siguiendo este orden Ba,Bc,Bc,Ba,Ba,Bc,Bc,Ba,Ba,Bc. Posteriormente masticó un bolo cerrado por el lado derecho y otro por el lado izquierdo ambos procedimientos se repitieron 4 veces más en el siguiente orden: D,I,I,D,D,I,I,D,D,I. Para finalizar se pidió al sujeto que masticara 1g de chicle (Trident Laminas Menta fresh®) durante 25 s, el operador encargado le dio la indicación que dejara de masticar y que abriera la boca en el momento que se le indicara (15s, 20s, 25s) para observar la localización del chicle, este procedimiento se repitió 4 veces más.

El individuo contó mentalmente los ciclos masticatorios, al finalizar los 20 ciclos realizó una señal y el operador le entregó un filtro de café donde depositó las partículas trituradas. Cada prueba tenía un filtro codificado (Bolo abierto, bolo cerrado, lado derecho o lado izquierdo). Cada individuo manipuló un cronometro con el cual se midió el tiempo que tardó en realizar los 20 ciclos. Durante las pruebas masticatorias se preguntó al sujeto si se sentía fatigado, si su respuesta era positiva, se daba un periodo de tiempo de 30 s para descansar y después continuar con las pruebas.

En las primeras dos pruebas masticatorias el operador 1 midió la contracción máxima voluntaria (CMV) del músculo temporal anterior en dos situaciones: en posición de máxima intercuspidad (PIM) y apretando al máximo dos rollos de algodón colocados sobre las caras oclusales. En la tercera y cuarta prueba masticatoria se registró la contracción máxima voluntaria en una sola situación, apretando al máximo un rollo de algodón sobre el lado que se registraría la actividad muscular. Estos registros se realizaron en cada ensayo de cada prueba masticatoria, en el caso de CMV que se registró mordiendo el algodón durante 3 segundos se realizó dos veces, antes de iniciar la prueba (referencia) y durante el registro de la grabación de la prueba masticatoria (PIM, algodón y masticar 20 ciclos). Registrada la contracción máxima voluntaria se procedió a registrar la actividad electromiográfica mientras el individuo masticó 20 veces la comida test. El operador 2 se encargó de grabar con la cámara de video las primeras 2 pruebas masticatorias, además de registrar mediante la técnica de visión directa, el número de ciclos realizados hacia el lado derecho, los ciclos realizados hacia el lado izquierdo y los centrados. También se registró el tiempo que tardo en realizar los 20 ciclos masticatorios.

Terminadas las 4 pruebas anteriores se procedió a masticar 1 g de chicle durante 25 segundos. El operador 1 igual que antes midió la contracción máxima voluntaria del músculo temporal anterior en dos situaciones: en posición de máxima intercuspidad (PIM) y apretando al máximo dos rollos de algodón colocados sobre las caras oclusales. El operador 2 se encargó de indicarle al sujeto cuando detenerse para observar la localización del bolo. Esto lo realizó a los 15s, 20s y 25s de haber comenzado a masticar el chicle. Este procedimiento se repito 4 veces más. Para evitar confusiones

en la localización del bolo se pidió al sujeto que masticara exclusivamente con sus molares y premolares.

Se extrajeron las partículas del bolo cerrado y se colocaron en el mismo filtro de café codificado, los cuatro filtros de café que contenían las partículas trituradas correspondientes a las cuatro pruebas masticatorias donde se utilizó silicona se pusieron a secar durante 24 horas para eliminar la humedad.

### **Sesión 2**

Esta sesión fue hecha por un operador que realizó las pruebas masticatorias pertinentes, en ellas registró los movimientos mandibulares a nivel incisal a través del ArcusDigma II utilizando la opción de análisis de movimiento. También registró el LPM por medio del VAS, igual que en la sesión anterior.

**Prueba masticatoria:** Se invitó nuevamente a sentarse al sujeto en una silla, se explicó al individuo que durante las pruebas masticatorias sus pies debían de estar tocando el suelo, tener la espalda recta y su mirada debía estar fija hacia el horizonte.

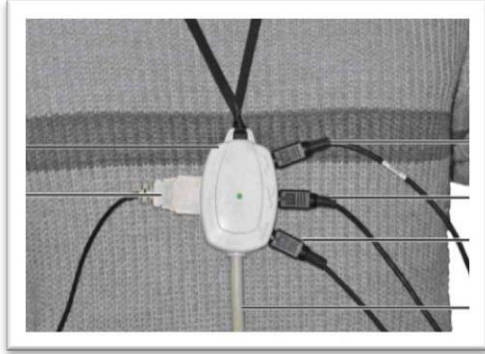
En esta sesión se realizó 3 pruebas masticatorias:

1. Masticar de forma libre un bolo abierto durante 20 ciclos. Este procedimiento se repitió 4 veces más.
2. Masticar de forma libre un bolo cerrado durante 20 ciclos. Este procedimiento se repitió 4 veces más.
3. Masticar por el lado derecho un bolo cerrado durante 20 ciclos. Este procedimiento se repitió 4 veces más.

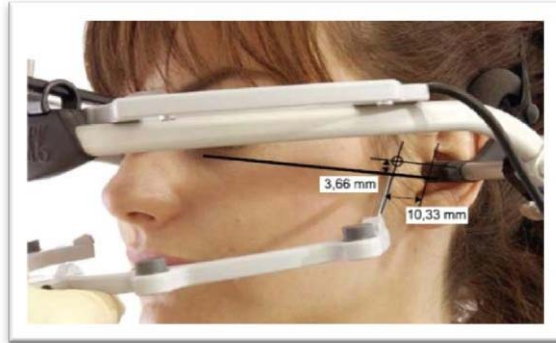
Antes de iniciar con las pruebas masticatorias se procedió a ingresar los datos del individuo (variables control) en el sistema operativo del ArcusDigma II. Posteriormente se colgó en el cuello del individuo un collar con la caja de distribución del ArcusDigma II (*Figura 4.2.9*) y se procedió a marcar tres puntos en su cara, el primero en el agujero infraorbitario, este se localizó por medio de palpación digital, los otros dos puntos se realizaron utilizando una planilla la cual estaba diseñada para trazar una línea del punto suborbitario al trago de la oreja, esta plantilla sirvió para registrar un punto que

se encontró a una distancia del trago de la oreja de 10,33 mm adelante y 3,66 mm debajo del trago (*Figura 4.2.10*).

**Figura 4.2.9**



**Figura 4.2.10**

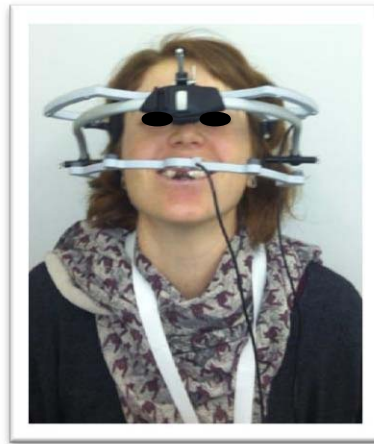


A continuación, se procedió a fijar la horquilla a las caras vestibulares de los dientes inferiores, esta horquilla se adaptó con resina acrílica a la forma de los dientes (caras vestibulares) de cada individuo (*Figura 4.2.3*). Para soportar los movimientos mandibulares durante la masticación, fue necesario que la horquilla estuviera fuertemente unida a las caras vestibulares, por lo tanto se colocó un poco de adhesivo (cianocrilato) en tres puntos de la horquilla, dos en las zonas posteriores de premolares y un tercero en el sector anterior a nivel de los dientes 31 y 41. Se esperó un minuto sujetando la horquilla para que el adhesivo secase, después se pidió al sujeto que apretara en PIM, se observó que no estuviera obstruyendo la horquilla, esto para evitar una extensión de las tablas oclusales y no alterar el rendimiento masticatorio del sujeto.

El arco facial (ARCUSEvo®) es la parte del ArcusDigma que se fijó al cráneo y que junto con la horquilla de fijación registraron los movimientos mandibulares en los diferentes planos anatómicos. (*Figura 4.2.11*)

Para que el arco facial estuviera fijo al cráneo del sujeto, se pidió que lo sostuviera y que posicionara las olivas sobre el conducto auditivo externo, al tiempo que el operador fue cerrando los extremos del arco facial por medio de una rueda reguladora que estaba justo en la parte central de este. Las olivas quedaron dentro del conducto auditivo externo del sujeto. Se procedió a colocar el soporte nasal y por último se colocó dos bandas que se fijaron a cada lado del arco facial, permitiendo que este quedara fijo al sujeto.

**Figura 4.2.11**



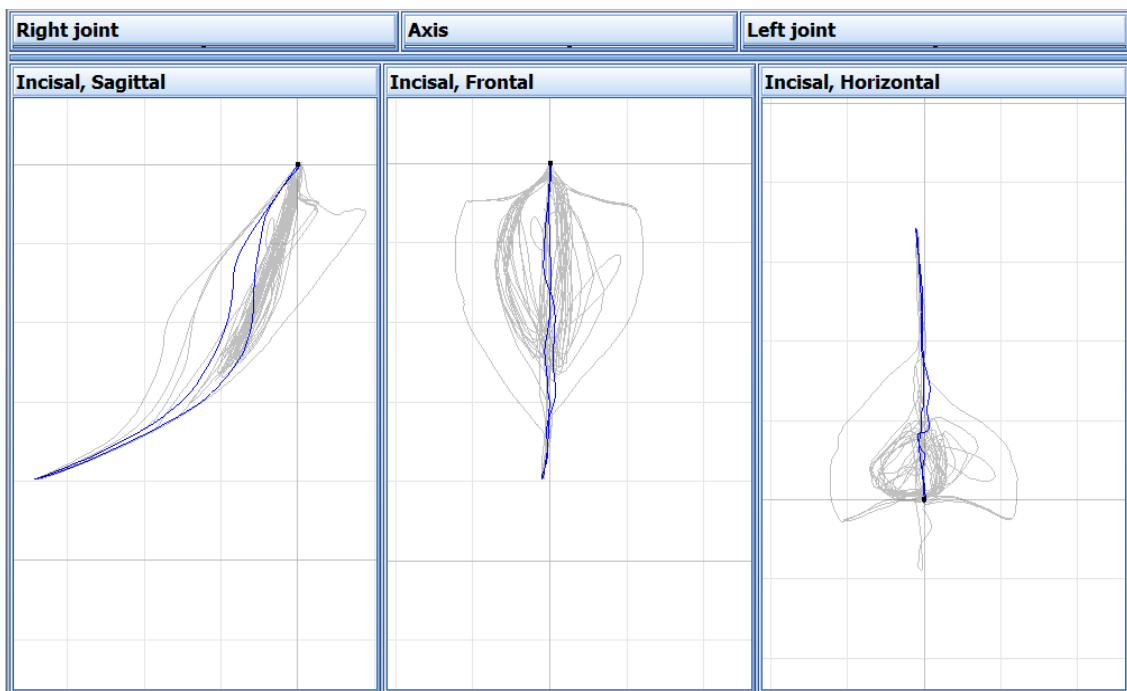
Una vez que se colocó el arco facial y la horquilla de fijación en el individuo, el operador inició la calibración del ArcusDigma II, seleccionó el programa de análisis de movimiento y eligió como eje de referencia el eje arbitrario. Posteriormente se realizó los pasos que el dispositivo indicó, necesarios para su calibración.

Realizada la calibración, se realizó una serie de movimientos, todos partiendo de PIM: apertura y cierre, (Figura 4.2.12) lateralidades, (Figura 4.2.13) diagrama posselt frontal, (Figura 4.2.14) diagrama posselt sagital (Figura 4.2.15). Los cuatro ensayos restantes de cada prueba solo registraron el movimiento de lateralidad.

### **Movimientos mandibulares registrados por el ArcusDigma II**

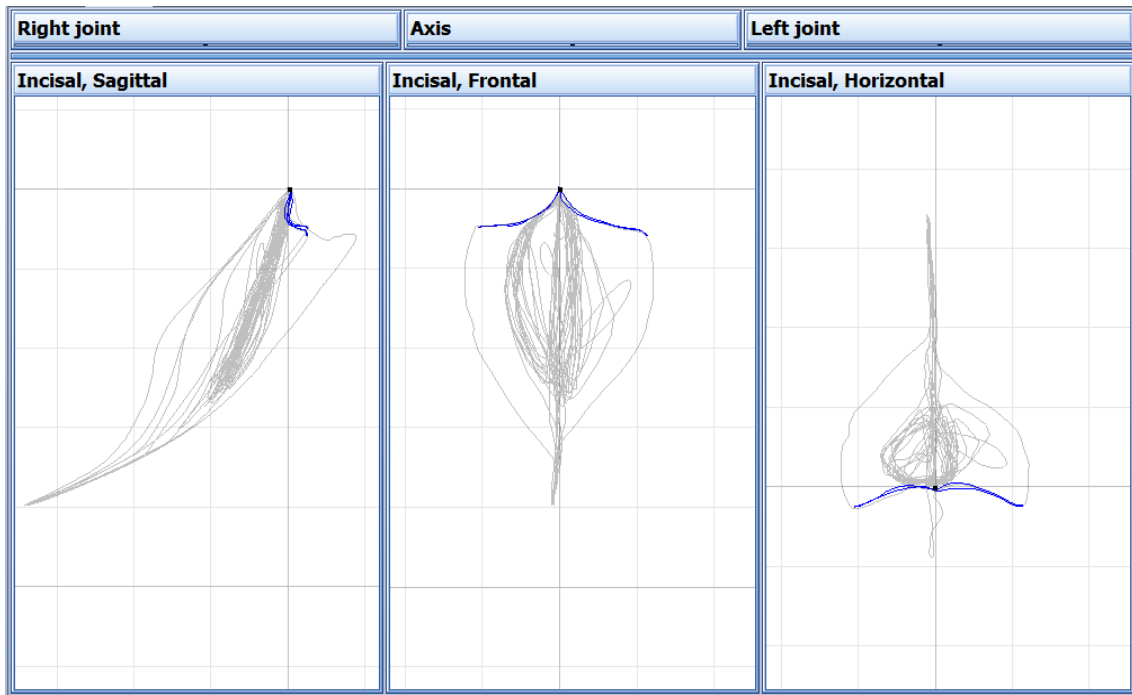
**Figura 4.2.12**

Apertura y Cierre



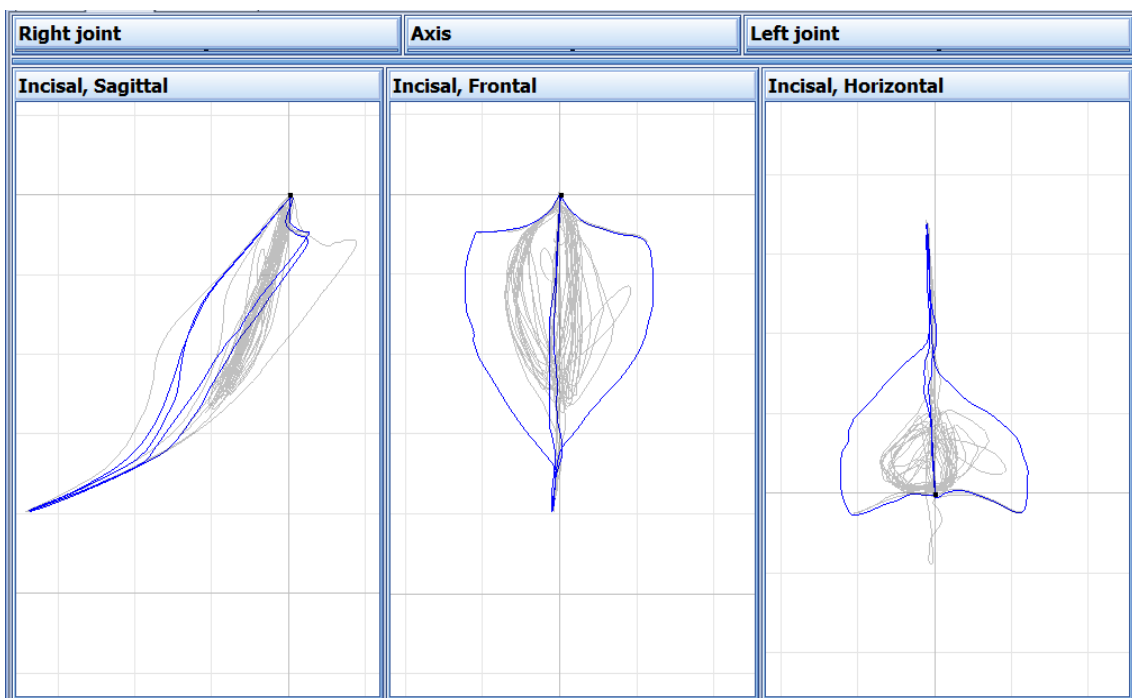
**Figura 4.2.13**

Lateralidades



**Figura 4.2.14**

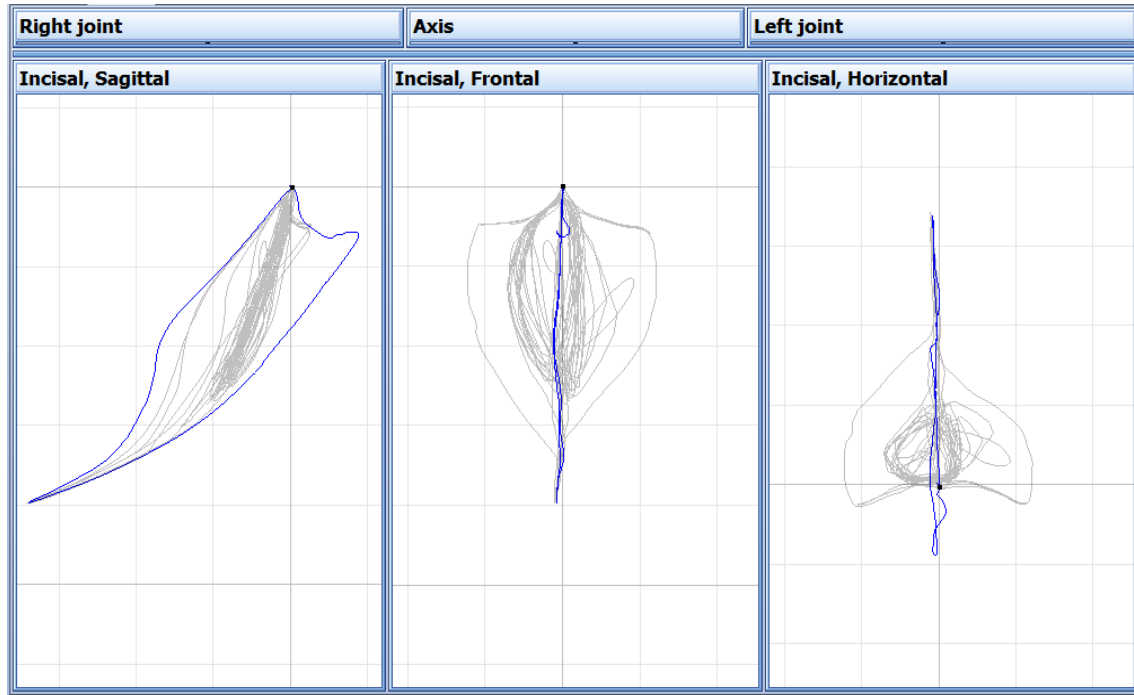
Posselt frontal





**Figura 4.2.15**

Posselt Sagital

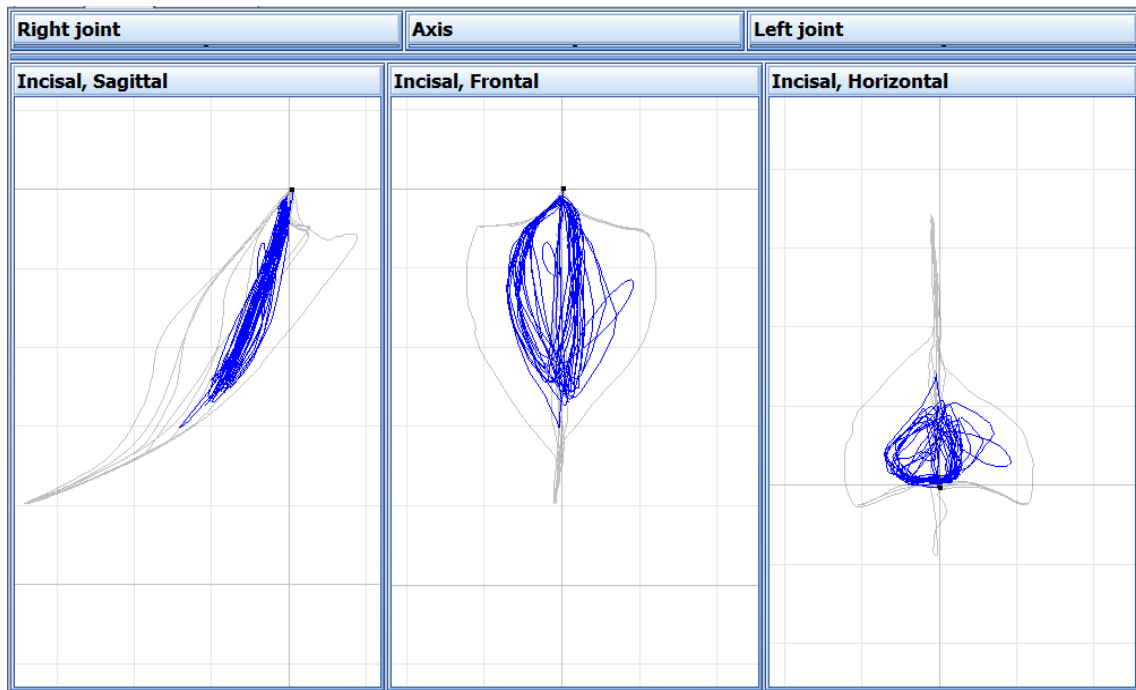


La primera prueba consistió en masticar 5 bolos cerrados de forma libre (un bolo a la vez), las otras dos pruebas consistían en masticar 5 bolos cerrados por el lado derecho y 5 por el lado izquierdo (un bolo a la vez). Las últimas dos pruebas se realizaron siguiendo el orden: D,I,I,D,D,I,I,D,D,I. Antes de iniciar a masticar la comida test se registró los movimientos mandibulares.

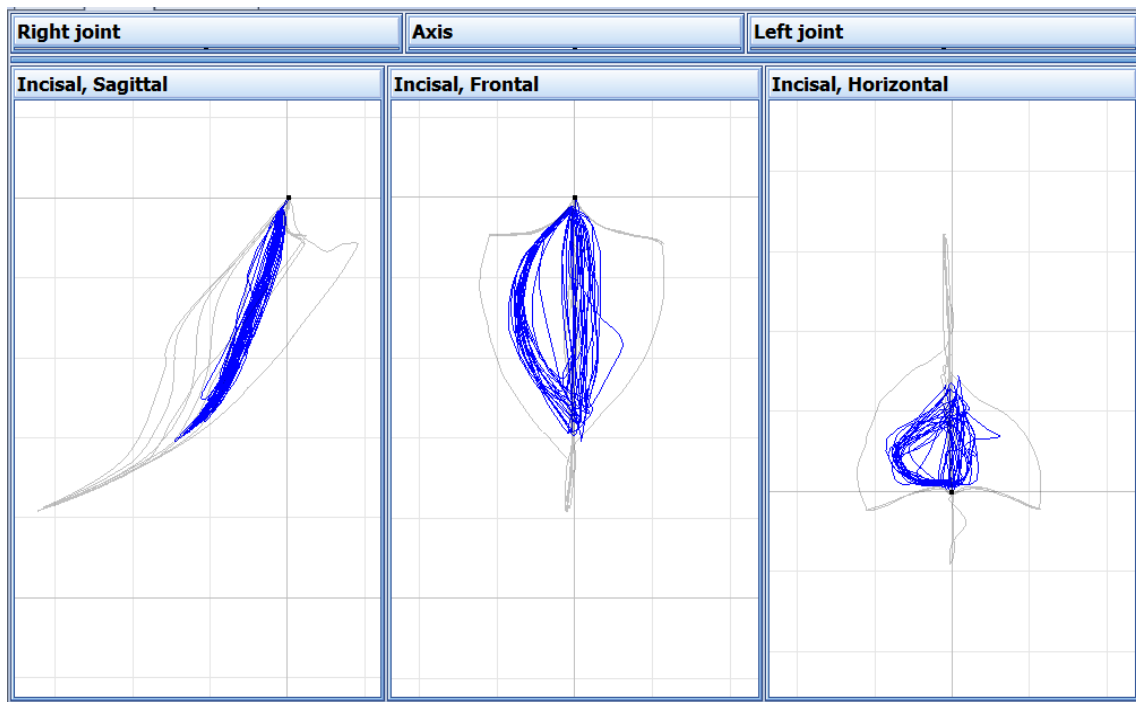
Se obtuvieron 15 registros correspondientes a cada ensayo de las pruebas masticatorias, 3 registros incluyeron todos los movimientos mandibulares más aparte el registro de masticación libre (Figura 4.2.16), unilateral derecha (Figura 4.2.17), unilateral izquierda (Figura 4.2.18). Los registros restantes registraron solo el movimiento de lateralidad y el registro de masticación correspondiente. (Figura 4.2.16)

**Registros de masticación**

**Figura 4.2.16**  
Masticación libre

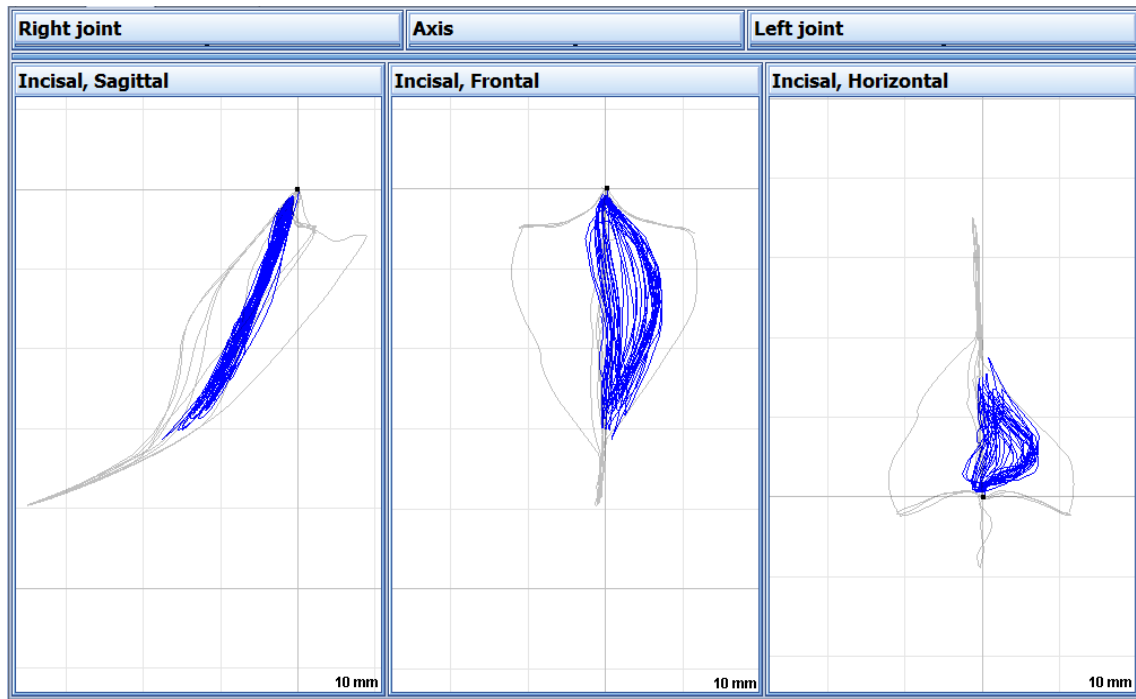


**Figura 4.2.17**  
Masticación unilateral lado derecho



**Figura 4.2.18**

Masticación unilateral lado izquierdo



Concluidas las pruebas masticatorias se retiró el Arco facial y la horquilla de fijación, se procedió con la evaluación subjetiva (VAS) de la misma forma que en la sesión 1. Durante las pruebas masticatorias se le pregunto varias veces al individuo si se sentía fatigado y si su respuesta fue positiva, se dio un periodo de tiempo de 30 s para descansar. Se extrajeron las partículas del bolo cerrado y se colocaron en el mismo filtro de café codificado, los cuatro filtros de café que contenían las partículas trituradas correspondientes a las cuatro pruebas masticatorias donde se utilizó silicona se pusieron a secar durante 24 horas para eliminar la humedad.

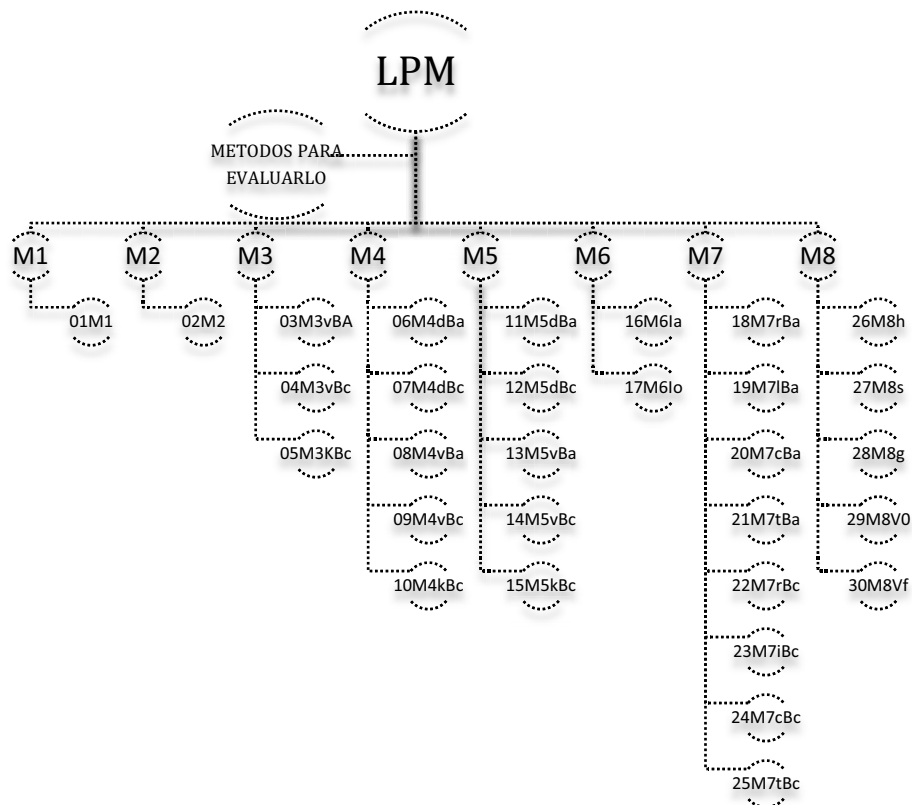
### **4.2.3 Análisis del LPM**

En esta etapa se recogió los datos para evaluar el LPM de los sujetos de estudio.

#### **Descripción de los métodos**

La preferencia lateral masticatoria se evaluó con 8 métodos distintos, cada método que se describe a continuación, evalúa el lado de preferencia masticatorio en diferentes situaciones. (Figura 4.2.19).

Figura 4.2.19



De los 8 métodos que se utilizó para evaluar el LPM, resultaron 30 variables (subtipos de métodos) que evaluaron el LPM en un rango de -1 al +1, y dos variables más representaron valores absolutos de desplazamiento mandibular. Cada variable corresponde a un determinado método y evaluó el LPM dependiendo de la definición, técnica, comida test de los datos analizados. El LPM se evaluó de diferentes formas, para esto se agrupó en 5 criterio de evaluación: **Método:** objetivo u/o subjetivo, **Comida test:** Chicle, bolo abierto, bolo cerrado, **Ciclos Analizados:** primer ciclo, random o 20 ciclos. **Técnica:** visión directa, cámara de video, EMG y KNG. **Unidades:** Clasificación de los ciclos (dicotómicas, tricotómicas, cuantitativas), Número de valores promediados: 1, 5, 15 o 100. (Tabla 4.2.1).

Tabla 4.2.1

Método	Operador		Comida Test				Ciclos Analizados			Técnica				Unidades	
	Objetivo	Subjetivo	Chicle	Suave	Dura (silicona)		1er ciclo	Varios Ciclos		V. Directa	VID	KNG	EMG	Clasificación del ciclo	No. Valores promediados
					Ba	BC		Random	20 Ciclos						
01M1	***		***				***			***				Dicotómica	5 valores
02M2	***		***					***		***				Dicotómica	15 valores
03M3vBa	***				***		***				***			Tricotómicas	5 valores
04M3vBc	***					***	***				***			Tricotómicas	5 valores
05M3kBc	***					***	***					***		Tricotómicas	5 valores
06M4dBa	***							***	***					Dicotómica	100 valores
07M4dBc	***					***		***	***					Dicotómica	100 valores
08M4vBa	***				***			***			***			Dicotómica	100 valores
09M4vBc	***					***		***			***			Dicotómica	100 valores
010M4kBc	***							***				***		Dicotómica	100 valores
11M5dBa	***				***			***	***					Tricotómicas	5 valores
12M5dBc	***					***		***	***					Tricotómicas	5 valores
13M5vBa	***				***			***			***			Tricotómicas	5 valores
14M5vBc	***					***		***			***			Tricotómicas	5 valores
15M5KBc	***					***		***				***		Tricotómicas	5 valores
16M6la	***					***		***				***		Cuantitativas	100 valores
17M6lo	***					***		***				***		Cuantitativas	100 valores
18M7rBa					***			***				***		Cuantitativas	100 valores
19M7lBa	***				***			***				***		Cuantitativas	100 valores
20M7cBa					***			***				***		Cuantitativas	100 valores
21M7tBa					***			***				***		Cuantitativas	100 valores

Tabla 4.2.1 (Continuación)

Método	Operador		Comida Test				Ciclos Analizados				Técnica				Unidades	
	Objetivo	Subjetivo	Chicle	Suave	Dura (silicona)		1er ciclo	Varios Ciclos		V. Directa	VID	KNG	EMG	Clasificación del ciclo	No. Valores promediados	
					Ba	BC		Random	20 Ciclos							
22M7rBc					***			***				***	Cuantitativas	100 valores		
23M7iBc						***		***				***	Cuantitativas	100 valores		
24M7cBc						***		***				***	Cuantitativas	100 valores		
25M7tBc						***		***				***	Cuantitativas	100 valores		
26M8h		***											Tricotómicas	1		
27M8s		***		***									Tricotómicas	1		
28M8g		***	***										Tricotómicas	1		
29M8V0		***											Cuantitativas	1		
30M8Vf		***											Cuantitativas	1		

### **Método 1 (M1) Localización del Bolo/1er Ciclo Masticatorio “01M1”**

Este método determinó el LPM observando el lado hacia el cual se dirigía el bolo, en el primer ciclo masticatorio. Los datos se obtuvieron de la quinta prueba masticatoria de la sesión 1, la técnica utilizada fue visión directa.<sup>11</sup> Cada prueba masticatoria tenía 5 ensayos, en cada uno de ellos se obtenía una variable dicotómica, +1 si se localizaba el chicle en el lado derecho y -1 si estaba en el lado izquierdo. El valor final se obtuvo mediante el “Índice”  $I=(R-L)/(R+L)$ , donde R corresponde al número de veces que el chicle se dirigía hacia la derecha y L el número de veces que se dirige a la izquierda. El valor final osciló entre -1 al +1, donde el signo positivo corresponde una tendencia hacia el lado derecho y el signo negativo una tendencia hacia el lado izquierdo.

### **Método 2 (M2) Localización del Bolo/Random (15, 20, 25s) “02M2”**

Este método determinó el LPM observando 3 momentos concretos el lado donde se situó el bolo durante la masticación. Los datos se obtuvieron de la quinta prueba masticatoria de la sesión 1, la técnica utilizada fue visión directa donde el operador observó la posición del bolo en 3 momentos concretos, a los 15 segundos de haber iniciado a masticar, 20s y 25s, el operador le indicó cuando iniciar y cuando dejar de masticar.<sup>17</sup> Cada prueba masticatoria tenía 5 ensayos y de cada uno de ellos se obtuvieron 3 valores (variables dicotómicas) al final de la prueba se registraron 15 valores (+1 para el lado derecho, -1 lado izquierdo), de estos se calculó la media para tener un valor final que osciló entre el -1 al +1, donde los signos positivos indican una preferencia hacia el lado derecho y los negativos hacia el izquierdo.

### **Método 3 (M3) Movimiento Mandibular 1er Ciclo Masticatorio/Índice de Asimetría**

Este método determinó el LPM observando hacia donde se dirigió la mandíbula en la fase de cierre en el primer ciclo masticatorio. Los datos se obtuvieron de las primeras dos pruebas masticatorias de la sesión 1 donde se utilizó como técnica la cámara de video y de la sesión 2 fue la primera prueba masticatoria donde se utilizó KNG como técnica para evaluar el LPM. De cada prueba masticatoria se obtuvo 5 valores procedentes de cada ensayo, estos valores se registraron como variables dicotómicas en donde se asignó +1 si el bolo (abierto o cerrado) se localizaba en el lado derecho y -

1 si estaba en el lado izquierdo. Para cada prueba masticatoria se utilizó “Índice de Preferencia Lateral” para analizar los datos registrados, este índice se calculó sumando los primeros ciclos masticatorios derechos menos los primeros ciclos izquierdos y dividido por el total de primeros ciclos masticatorios.<sup>16</sup>

Este método evaluó 3 condiciones distintas: Masticar el Ba utilizando como instrumento la Videocámara (el video en cámara lenta) “**03M3vBa**, Masticar el Bc utilizando como instrumento la Videocámara (el video en cámara lenta) “**04M3vBc**, Masticar el bolo cerrado utilizando como instrumento el Kinesiógrafo “**05M3KBc**. De cada condición se obtuvo un valor final que osciló entre -1 al +1 donde el signo positivo corresponde una tendencia hacia el lado derecho y el signo negativo una tendencia hacia el lado izquierdo.

#### **Método 4 (M4) Movimiento Mandibular/Índice de Asimetría**

Este método determinó el LPM observando el lado hacia donde se dirigió la mandíbula en la fase de cierre durante la masticación. Los datos se obtuvieron de las primeras dos pruebas masticatorias de la sesión 1 donde se utilizó como técnica la cámara de video y de la sesión 2 fue la primera prueba masticatoria donde se utilizó KNG como técnica para evaluar el LPM. Se registraron todos los ciclos masticatorios de cada ensayo, con estos se calculó el Índice de Asimetría, que se obtuvo con la siguiente fórmula:  $IA = [(D - I) / (D + I)]$ , donde “D” son los ciclos en los cuales la mandíbula se dirigió hacia el lado derecho, “I” los ciclos en los cuales se dirigió hacia la izquierda.<sup>12</sup>

Este método evaluó 5 condiciones distintas: Masticar el bolo abierto utilizando como instrumento la Visión directa “**06M4dBa**”, Masticar el bolo cerrado utilizando como instrumento Visión directa “**07M4dBc**”, Masticar el bolo abierto utilizando como instrumento la Videocámara (el video en cámara lenta) “**08M4vBa**, Masticar el bolo cerrado utilizando como instrumento la Videocámara (el video en cámara lenta) “**09M4vBc**, Masticar el bolo cerrado utilizando como instrumento el Kinesiógrafo “**10M4KBc**. En cada una de estas condiciones se utilizó el IA donde se obtuvo 5 valores procedentes de cada ensayo y de estos valores se hizo el promedio para obtener un valor final que osciló entre el -1 al +1 donde el signo positivo corresponde una



tendencia hacia el lado derecho y el signo negativo una tendencia hacia el lado izquierdo.

#### **Método 5 (M5) Movimiento Mandibular/Valor de Lateralidad Masticatorio**

Este método determinó el LPM observando el lado hacia donde se dirigió la mandíbula en la fase de cierre durante la masticación. Los datos se obtuvieron de las primeras dos pruebas masticatorias de la sesión 1 donde se utilizó como técnica la cámara de video y de la sesión 2 fue la primera prueba masticatoria donde se utilizó KNG como técnica para evaluar el LPM. De cada ensayo se analizó los 20 ciclos masticatorios y se calculó el “valor de lateralidad masticatorio”, este se obtuvo asignando un valor de +1 si 11 o más ciclos se realizaron por el lado derecho, de -1 si 11 o más ciclos se realizaron por el lado izquierdo y un valor de 0 si no se cumplía las condiciones anteriores. De cada prueba se obtuvieron 5 valores, el valor final se calculó con la media aritmética.<sup>35</sup>

Este método evaluó 5 condiciones distintas: masticar el bolo abierto utilizando como instrumento la visión directa “**11M5dBa**”, masticar el bolo cerrado utilizando como instrumento visión directa “**12M5dBc**”, masticar el bolo abierto utilizando como instrumento la videocámara (el video en cámara lenta) “**13M5vBa**, masticar el bolo cerrado utilizando como instrumento la videocámara (el video en cámara lenta) “**14M5vBc**, masticar el bolo cerrado utilizando como instrumento el kinesiógrafo “**15M5KBc**. En cada una de estas condiciones se obtuvo un valor final que osciló de -1 al +1 donde el signo positivo corresponde a una tendencia hacia el lado derecho y el signo negativo una tendencia hacia el lado izquierdo.

#### **Método 6 (M6) Movimiento Mandibular/Índice de Asimetría Lateral Masticatoria**

Este método evaluó el LPM midiendo los milímetros de lateralidad del desplazamiento mandibular en el momento de cierre durante la masticación. Los datos se obtuvieron de la primera prueba masticatoria de la sesión 2 en la que se utilizó como instrumento KNG. Se analizó todos los ciclos masticatorios de cada ensayo y se calculó dos valores de asimetría lateral masticatoria: el valor de amplitud (M6Va) que tomó en cuenta la amplitud máxima (longitud) de cada ciclo en la fase de cierre (mm) y el valor de deslizamiento oclusal (M6Vo) que tomó en cuenta la amplitud máxima de cada ciclo en

la fase de oclusal ( se define la fase oclusal como la fase del ciclo masticatorio en la que la mandíbula se encuentra entre 0 y 1mm del contacto oclusal).<sup>129</sup> De cada ensayo, se obtuvo la mediana del desplazamiento lateral de la mandíbula (valor de amplitud o deslizamiento oclusal) hacia la derecha y hacia la izquierda y se multiplicó por el número de ciclos de cada lado, por último este resultado se dividió entre los ciclos derechos más izquierdos (ver fórmula). Para obtener el valor absoluto de “amplitud mandibular” (31M6Va) se realizó la media aritmética de los 5 valores obtenidos de cada ensayo. Para el valor de deslizamiento oclusal (32M6Vo) se siguió el mismo procedimiento solo que se tomó en cuenta la amplitud máxima en la fase oclusal.

$$a = \left( ( \text{mediana desplazamiento lateral derecha} \times \text{numero de ciclos derechos} ) - ( \text{mediana desplazamiento lateral izquierda} \times \text{numero de ciclos izquierdos} ) \right) / ( \text{Ciclos derechos} + \text{ciclos izquierdos} )$$

Para obtener el índice relativo de desplazamiento lateral (**16M6Ia**) y de deslizamiento oclusal (**17M6Io**), se dividió el valor del desplazamiento mandibular por el valor máximo entre los 10 valores de mediana lateral derecho o izquierdo), asegurando que el valor final estaría entre -1 y +1.

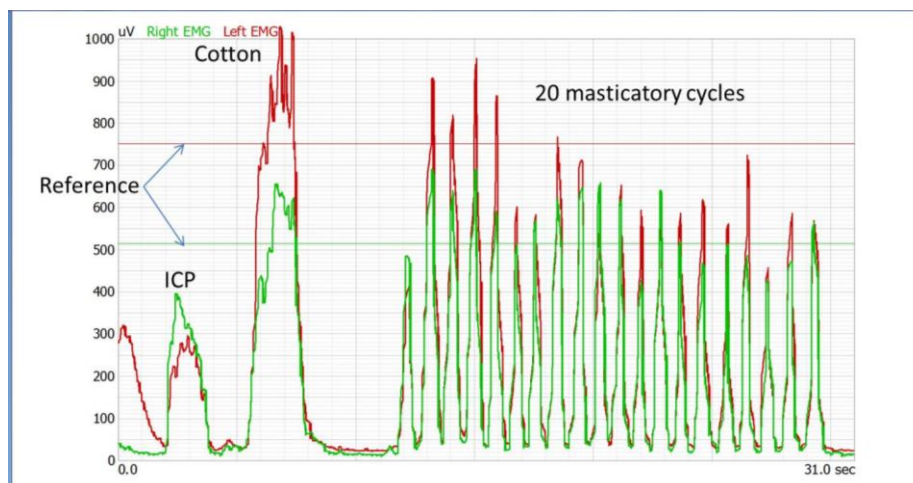
### **Método 7 (M7) Actividad muscular / Índice de Asimetría Muscular Masticatoria**

Este método determinó el LPM observando la asimetría lateral de la actividad muscular durante la masticación. Los datos se obtuvieron de las primeras dos pruebas masticatorias de la sesión 1 y se utilizó como técnica la EMG. Se midió la actividad muscular del músculo temporal anterior para cada ciclo masticatorio y se calculó el valor relativo según la contracción máxima voluntaria (CMV) del musculo en 4 diferentes formas: tomando en cuenta la referencia ArcusDigma II (r) que es la línea horizontal que muestra el software como referencia (Figura 4.2.20), registro en PIM (I) pidiendo al sujeto que apretara lo más fuerte posible en la posición de intercuspidación, apretando dos algodones (C) lo más fuerte posible colocados en los molares posteriores de ambos lados y el promedio (T) la media de los tres valores mencionados.

Se pudo observar que el registro que correspondía al MVC en PIM era menor que al que correspondía al algodón (apretando al máximo), por tanto se optó que el valor de

referencia que registra el dispositivo debía ser realizado con dos algodones colocados en las caras oclusales apretando al máximo y no en PIM como lo detalla el fabricante. Finalmente se registró la actividad EMG de los 20 ciclos y se obtuvo la diferencia absoluta entre los valores del lado derecho respecto el izquierdo.

**Figura 4.2.20**



Este método evaluó 8 condiciones distintas: Masticar el bolo abierto tomando en cuenta el CMV de la referencia del ArcusDigma II **18M7rBa**, masticar el bolo abierto tomando en cuenta CMV de PIM **19M7iBa**, masticar el bolo abierto tomando en cuenta CMV del algodón **20M7cBa**, masticar el bolo abierto tomando en cuenta CMV el promedio de los tres valores **21M7tBa**, masticar el bolo cerrado tomando en cuenta el CMV de la referencia del ArcusDigma II **22M7rBc**, masticar el bolo cerrado tomando en cuenta CMV de PIM **23M7iBc**, masticar el bolo cerrado tomando en cuenta CMV del algodón **24M7cBc**, masticar el bolo abierto tomando en cuenta CMV el promedio de los tres valores **25M7tBc**. Se calculó la diferencia absoluta entre el lado derecho e izquierdo y la media de estos 100 valores (20 ciclos por ensayo) se utilizó para obtener los 8 subtipos de métodos anteriormente mencionados.

### **Método 8 (M8) Subjetivo**

Este método evaluó el LPM mediante un cuestionario que contenía unas simples preguntas. La primera fue la siguiente: ¿Cuándo masticas un alimento duro “h”, blando “s” o el chicle “g” tienes preferencia por un lado? De esta pregunta se derivaron tres respuestas una para cada tipo de alimento y a su vez cada respuesta se contestó de 4

diferentes formas (derecho +1, izquierdo -1, centrado/simultaneo/indefinido 0 o bien no lo sabe 0). De estas preguntas se evaluó de manera subjetiva 3 condiciones distintas para esta pregunta: **26M8h**, **27M8s**, **28M8g**. La segunda pregunta se realizó con el VAS, este se realizó en la sesión 1 y en la sesión 2. Como fueron periodos diferentes de tiempo se consideraron dos situaciones distintas: **29M8V0**, **30M8Vf**, donde la “o” corresponde al VAS inicial y la “f” al final. El valor del VAS se obtuvo midiendo la distancia del centro del VAS a la raya o línea que realizó el sujeto, si la marca se encontró del lado izquierdo se le asignó un signo negativo y si estaba sobre el lado derecho se le asignó un signo positivo.

#### 4.2.4 Rendimiento masticatorio

De cada una de las pruebas masticatorias en donde se trituró comida test artificial, se obtuvieron 10g de partículas aproximadamente, estas se pusieron a secar durante 24 horas en filtros de café codificados, esto para identificar las partículas correspondientes a cada prueba. Las muestras de cada filtro se separaron usando 8 tamices de 100mm de diámetro x 23mm de altura, con un tamaño de apertura de 5.6, 4.0, 3.15, 2.8, 2.0, 0.85, 0.425 y 0.25mm apilados en una tamizadora mecánica (RP 08 de CISA, España) y vibrados durante 1 minuto.<sup>113</sup> (Figura 4.2.21) Una vez la muestra se separaba, el contenido de cada tamiz y del plato base se pesaba en la báscula de precisión próxima a 0.01 g. (RADWAG, balanza electrónica WLC 0,6/B1) anotando cada resultado.

**Figura 4.2.21**



Para cada individuo se calculaba:

1. Duración del ciclo: Se consideraba el tiempo estimado para cada ciclo masticatorio. Y se calculó el tiempo de cada secuencia de 20 ciclos dividido por los 20 ciclos masticatorios. Obteníamos así 5 valores de duración del ciclo masticatorio por cada individuo y se calculó la media.
2. La “Median Particle Size” o MPS, definido como la apertura de un teórico tamiz a través del cual pasaría el 50% del peso. Por lo tanto cuanto menor es el valor de la MPS mejor rendimiento masticatorio. Para el cálculo de la MPS, se pesaron las partículas que quedaron retenidas en cada tamiz y se calculó el porcentaje acumulativo de pesos ( $Q_w$ ), que es el porcentaje de peso de las partículas con un diámetro menor que  $x$  (la máxima apertura de tamiz). Con la ecuación de Rosin –Rammler,<sup>100,130</sup> se estima la  $X_{50}$  o MPS.

$$Q_w = 100 \left\{ 1 - 2^{-\left(x/x_{50}\right)^b} \right\}$$

### 4.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Todos los datos se almacenaron en el programa de cálculo (Excel) y el análisis estadístico se realizó mediante el programa IBM SPSS 21.0.0 para Windows (versión 21.0; SPSS-IBM, Chicago, IL, USA). Los valores registrados de cada sujeto que corresponden a cada una de las 30 variables que determinan el LPM deberían estar teóricamente entre un rango de -1 que expresa aquel individuo que mastica extremadamente por la izquierda, al +1 que sería el individuo que mastica extremadamente por la derecha. Se desarrolló pruebas test y retest a 10 sujetos con un periodo de tiempo entre ellas de 7 a 14 días. Para conocer la fiabilidad del test-retest, se calculó el coeficiente de correlación intraclases “Intraclass Correlation Coefficient” (ICC) estimados a partir de un modelo de ANOVA de dos vías. Para evaluar la validez “construct validity” de los diferentes métodos, se realizó un Algoritmo de agrupamiento “clustering” y un análisis factorial confirmatorio.

# RESULTADOS



## 5. RESULTADOS

### 5.1 DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA

La población estudiada fueron adultos jóvenes, con dentición natural sana, todos ellos vinculados a la Facultad de Odontología de la Universidad de Barcelona. Un total de 43 personas participaron voluntariamente (19 hombres y 24 mujeres), con un rango de edad de entre 21 a 46 años y una media de edad de 26 años. De todos los individuos que participaron en el estudio, se excluyó uno al no poder terminar la prueba por presentar dolor en el segundo premolar superior izquierdo durante la masticación. La molestia remitió de forma espontánea a los dos días. Al final el total de la muestra fue de 42 sujetos.

Un problema que se presentó en el estudio fue la sujeción de la horquilla de fijación a las caras vestibulares de los dientes inferiores, en el 7% de los casos (3 individuos) la horquilla se despegó de las caras vestibulares de los dientes inferiores, cuando esto sucedió el procedimiento fue retirar la horquilla de la boca, limpiar el adhesivo que estaba en el rebase acrílico de la horquilla y posteriormente se procedía a pegarlo nuevamente con adhesivo, una vez que se adhirió la horquilla se procedió a repetir el ensayo. La causa principal de este problema fue la sobremordida mayor de 5 mm, esto no favorecía a la adhesión en el sector anterior por que el espacio no era el necesario para que la horquilla estuviera adherida en el tejido dentario y por tanto el acrílico se apoyó en la encía adyacente al diente. Al no haber una adhesión correcta en los tres puntos de la mandíbula, propicio a la separación de la horquilla durante las pruebas masticatorias.

Durante la sesión 1, en 4 individuos el electrodo de un lado (derecho o izquierdo) no paso corriente al dispositivo o bien esta era muy baja en comparación al lado opuesto, solo una ocasión se presentó ambos lados es decir no registraba actividad electromiográfica. En todas las ocasiones que se presentó el problema solo fue necesario retirar el electrodo que no registraba actividad eléctrica y cambiarlo por uno nuevo. Todo esto se presentó antes de iniciar con la prueba masticatoria.



## 5.2 ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS VARIABLES

Se evaluaron un total de 42 individuos, 10 de ellos realizaron pruebas test – retest para conocer la fiabilidad de los métodos. De los 8 métodos resultaron 32 variables (subtipos de métodos), que evaluaron el LPM en situaciones distintas (concepto, técnica, comida test, ciclos analizados). De las 32 variables 30 determinaron el LPM de manera cuantitativa con valores que oscilan entre el -1 al +1. Sin embargo, las variables que utilizaron EMG y tuvieron como referencia el PIM en el registro de MCV (19M7iBa, 23M7iBc) presentaron algunos valores fuera del rango de -1 a +1 debido a que la actividad eléctrica en muchos ciclos superaba la actividad eléctrica en PIM. Las variables M6Va y M6Vo son variables que no oscilan dentro de este rango, su valor expresan el desplazamiento promedio y absoluto que realiza la mandíbula en el plano frontal “valor de amplitud” (M6VA) o bien observan el desplazamiento oclusal que realiza la mandíbula en la fase de cierre (M6Vo).

Los valores de las variables que representan a los métodos M3 y M8 (excepción de los subtipos M8V0 y M8Vf) no siguieron una distribución normal (prueba de Kolmogorof-Smirnov Anexo III). Aunque estas variables no seguían una distribución normal, la observación de los gráficos Q-Q confirmó que no afectaba el análisis de algoritmo de agrupamiento “cluster” y el análisis factorial confirmatorio.

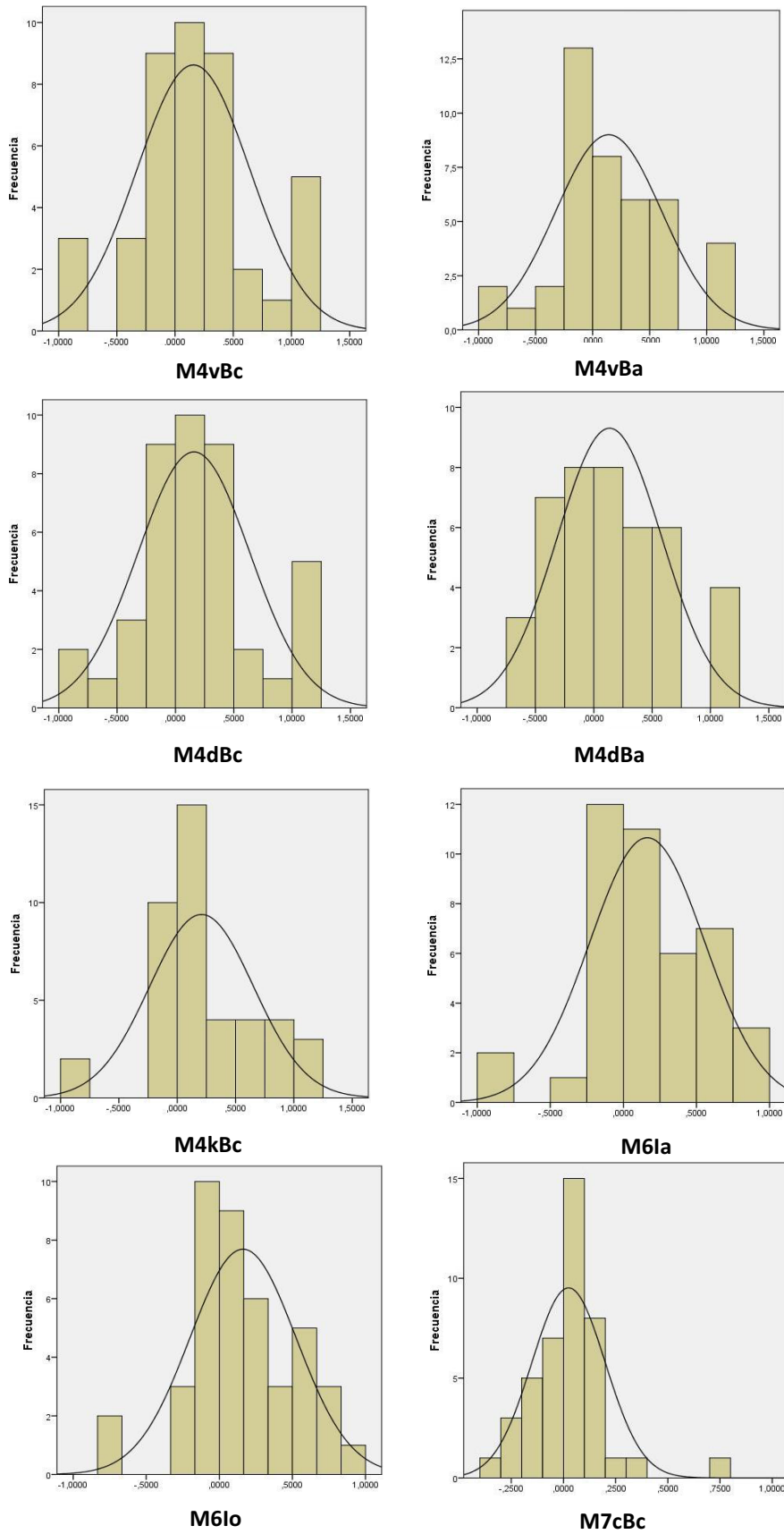
Los subtipos de métodos que son más cuantitativos siguieron una distribución mejor que aquellos que analizaron un número menor de datos. (Figura 5.2.1) Se aprecia una tendencia sobre las variables que fueron evaluadas por un mayor número de valores tienden tuvieron un valor de significancia más alto (excepción M7) en el test de Kolmogorof-smirnov (Tabla 5.2.1).

Tabla 5.2.1

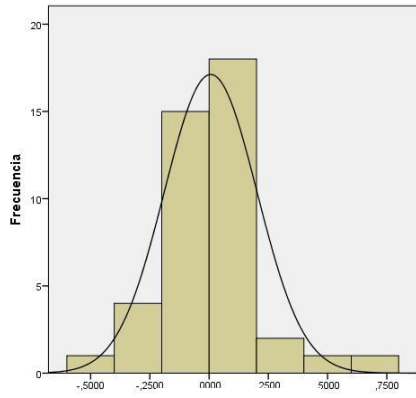
<b>Método</b>	<b>No. Valores promediados</b>	<b>Significancia Test Kolmogorof-Smirnov</b>
09M4vBc	100	0,954
07M4dBc	100	0,953
08M4vBa	100	0,905
06M4dBa	100	0,754
17M6lo	100	0,7
16M6la	100	0,669
25M7tBc	100	0,588
10M4kBc	100	0,573
22M7rBc	100	0,432
13M5vBa	5	0,419
24M7cBc	100	0,418
30M8Vf	1	0,397
29M8V0	1	0,361
02M2	15	0,331
15M5KBc	5	0,314
12M5dBc	5	0,195
20M7cBa	100	0,18
21M7tBa	100	0,153
11M5dBa	5	0,096
14M5vBc	5	0,095
23M7iBc	100	0,091
18M7rBa	100	0,076
19M7lBa	100	0,069
01M1	5	0,06
04M3vBc	5	0,03
03M3vBa	5	0,024
05M3kBc	5	0,022
26M8h	1	0
27M8s	1	0
28M8g	1	0

Figura 5.2.1.- Histogramas

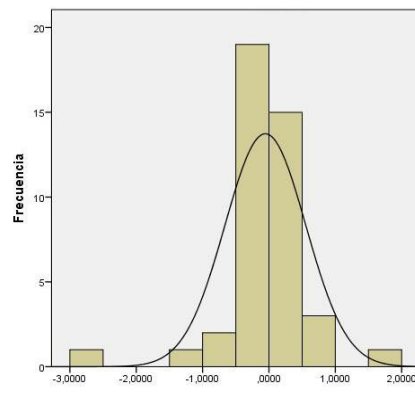
*Variables que promediaron 100 valores*



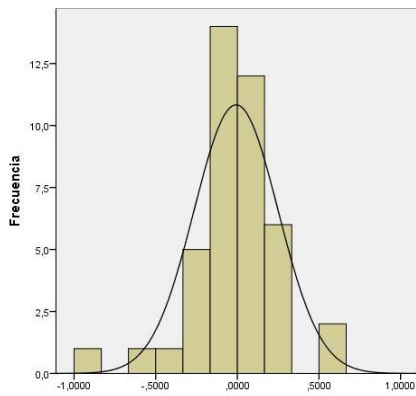
*Variables que promediaron 100 valores*



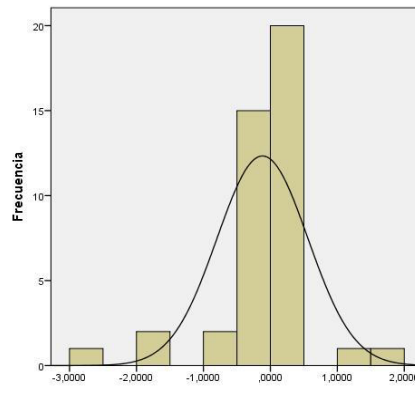
**M7rBc**



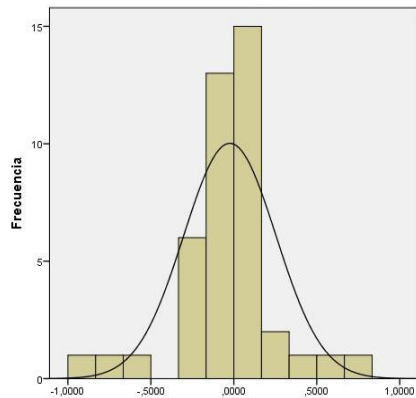
**M7iBc**



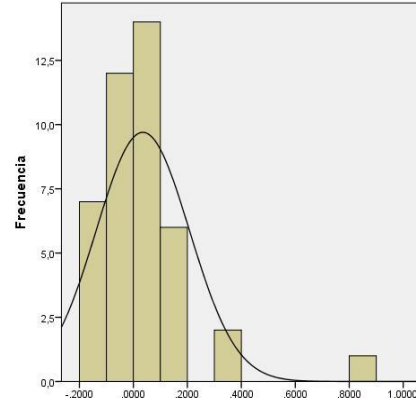
**M7tBc**



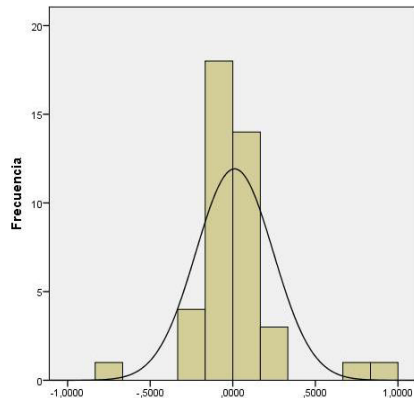
**M7iBa**



**M7tBa**

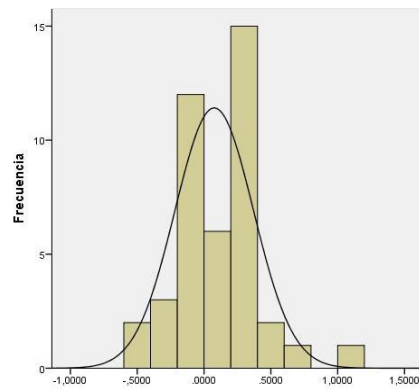


**M7tBa**



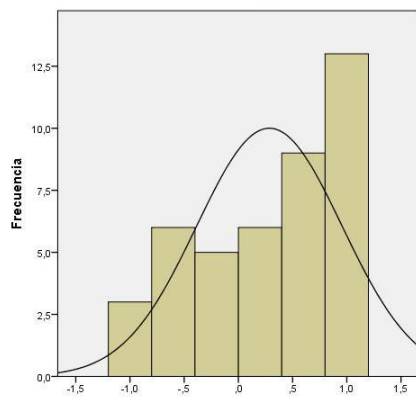
**M7rBa**

*Variable que promedio 15 valores*

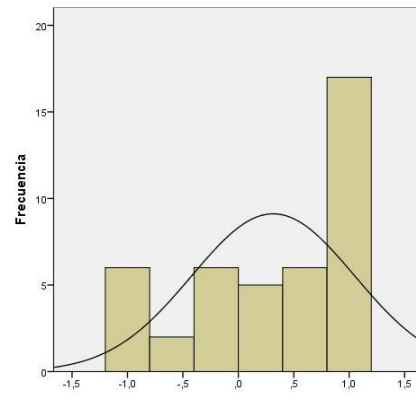


**M2**

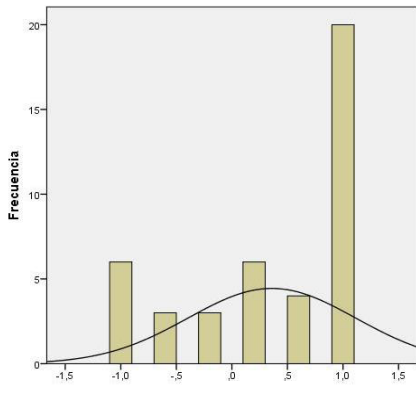
*Variables que promediaron 5 valores*



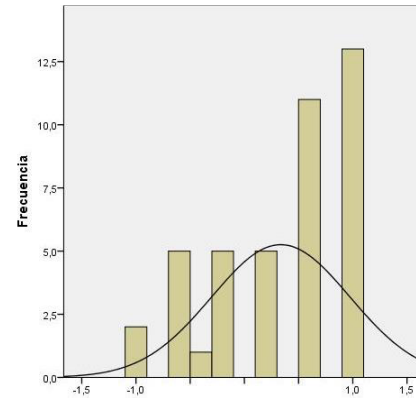
**M1**



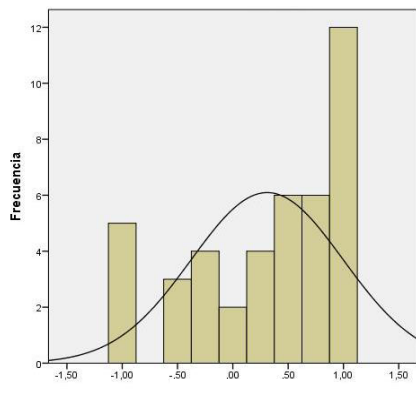
**M3vBa**



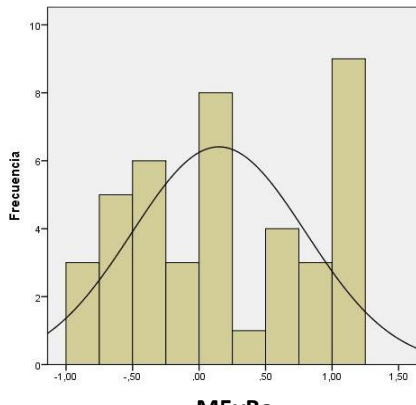
**M3vBc**



**M3KBc**

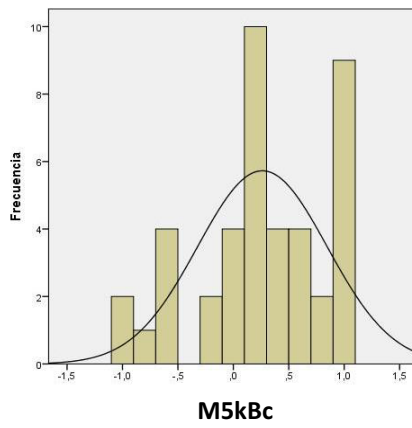
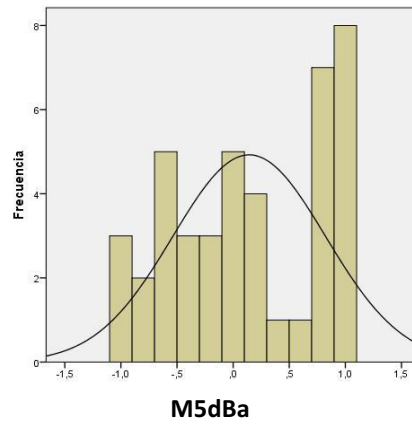
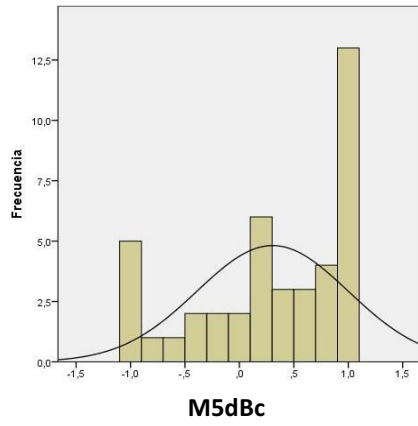


**M5vBc**

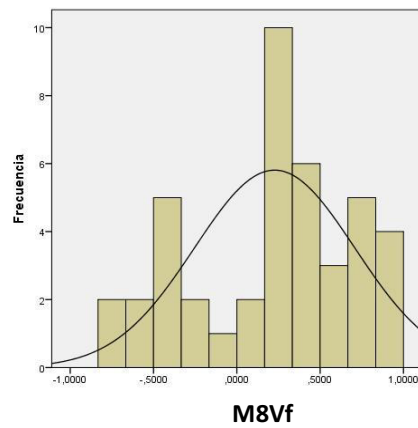
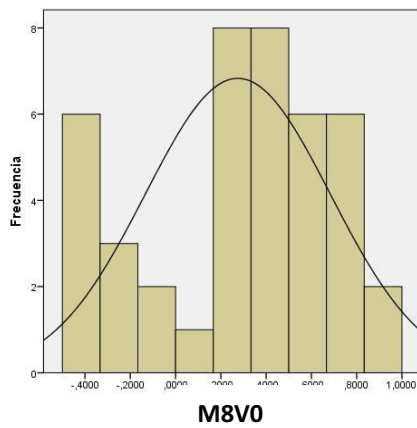


**M5vBa**

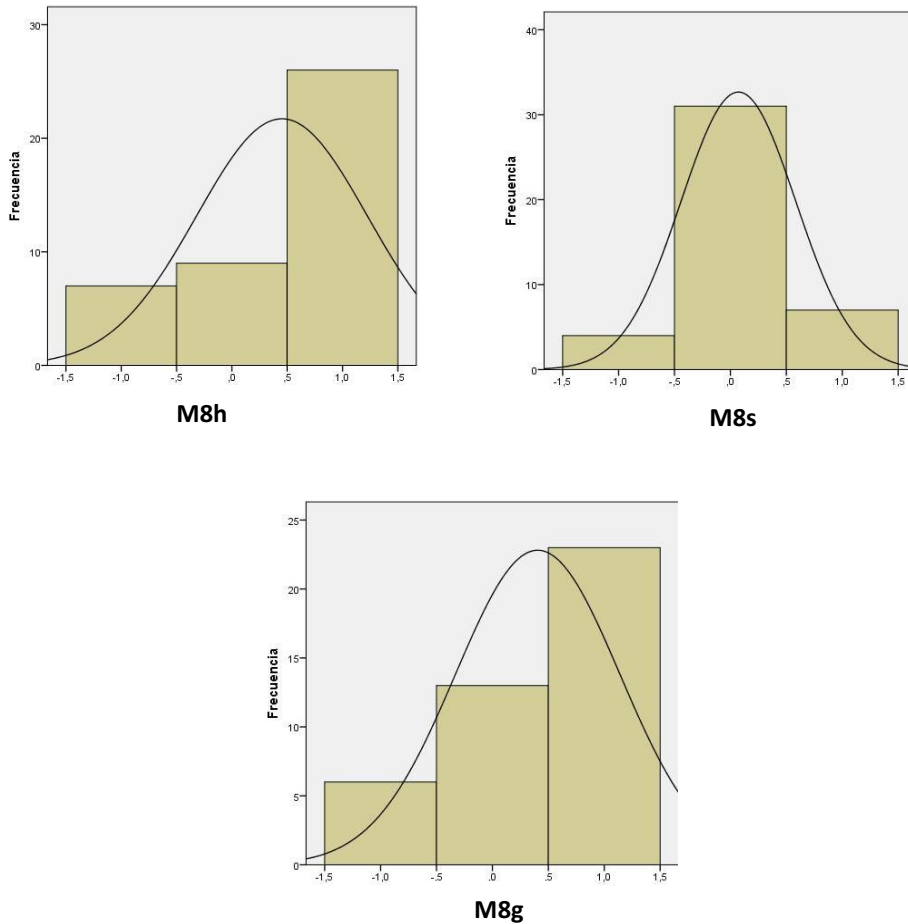
*Variables que promediaron 5 valores*



*Variables que promediaron 1 valor*



*Variables que promediaron 1 valor*



**5.2.1 Valores de tendencia central**

Se observó en la tabla 5.2.2 los datos que refieren la tendencia central de los subtipos de los métodos que evaluaron el LPM (n=42). Todas las variables a excepción del M7rba mostraron valores de mediana positiva. La media de los valores de cada una de las variables osciló entre 0,40 a 0,0052. Se observó que la media de las medias (0,19) y la media de las medianas (0,25) mostraron valores positivos, además estos valores al ser muy cercanos uno de otro indicaron que la mayoría de estos valores siguen una distribución normal, algo que ya se demostró con el test de Kolmogorof-Smirnov. El valor positivo tanto de la media de las medianas y las medias indicaron que la mayoría de la población mostró una tendencia para masticar sobre el lado derecho.

Tabla 5.2.2.- Tabla con valores de tendencia central

	Media	Desv. Estd.	1rQ	Mediana	3rQ
<b>M1</b>	0,2846	0,6875	-0,2	0,6	1
<b>M2</b>	0,0859	0,282	-0,0667	0,0667	0,2
<b>M3KBc*</b>	0,3096	0,6415	-0,2	0,6	1
<b>M3vBa*</b>	0,2692	0,7545	-0,3	0,6	1
<b>M3vBc*</b>	0,3365	0,7292	-0,2	0,6	1
<b>M4dBa</b>	0,1483	0,4495	-0,1627	0,0963	0,5244
<b>M4dBc</b>	0,1516	0,4614	-0,1422	0,1679	0,403
<b>M4KBc</b>	0,1992	0,4357	-0,025	0,12	0,4836
<b>M4vBa</b>	0,1581	0,4685	-0,132	0,1422	0,5047
<b>M4vBc</b>	0,1543	0,4651	-0,1179	0,1463	0,399
<b>M5dBa</b>	0,1846	0,6847	-0,4	0,2	0,8
<b>M5dBc</b>	0,2962	0,682	-0,25	0,4	1
<b>M5KBc</b>	0,2808	0,5605	0	0,2	0,8
<b>M5vBa</b>	0,1933	0,6695	-0,4	0,2	1
<b>M5vBc</b>	0,3202	0,6617	-0,2	0,4	1
<b>M6la</b>	0,1558	0,3789	-0,0534	0,0601	0,3067
<b>M6lo</b>	0,1647	0,3514	-0,0374	0,1172	0,3749
<b>M6Va</b>	0,758	1,9067	-0,3484	0,3814	1,916
<b>M6Vo</b>	0,2433	1,0577	-0,1269	0,2654	0,8085
<b>M7cba</b>	0,0356	0,1609	-0,0494	0,02	0,0917
<b>M7cbc</b>	0,0287	0,1605	-0,0391	0,0198	0,1001
<b>M7iba</b>	-0,0052	0,722	-0,1977	0,0487	0,1362
<b>M7ibc</b>	-0,0013	0,5839	-0,1229	0,007	0,2016
<b>M7rba</b>	0,009	0,2137	-0,0679	-0,0078	0,0666
<b>M7rbc</b>	0,0105	0,1786	-0,066	0,0166	0,0734
<b>M7tba</b>	0,0131	0,2846	-0,0714	0,0134	0,0958
<b>M7tbc</b>	0,0126	0,2453	-0,099	0,0079	0,1343
<b>M8g*</b>	0,4038	0,7211	0	1	1
<b>M8h*</b>	0,3846	0,7959	0	1	1
<b>M8s*</b>	0,0769	0,4788	0	0	0
<b>M8Vf</b>	0,2006	0,485	-0,225	0,3	0,6
<b>M8Vo</b>	0,241	0,4325	-0,105	0,35	0,6

\*Subtipos de métodos que sus valores no siguen una distribución normal



## 5.2.2 Dispersión de las variables

Las variables que corresponden a los métodos M1, M3 y M5 mostraron una alta dispersión en el diagrama de caja (Box plot) teniendo en cuenta que el 25% de los datos se presentó sobre el extremo positivo, además reflejaron una distribución poco normal (Figura 5.2.2). En cambio las variables que corresponde a los métodos M2, M4, M6 y M8V0-f tuvieron poca dispersión y reflejaron una distribución normal. Las variables M8h, M8s y M8g mostraron valores muy extremos, en cambio las variables correspondientes a M7 sus valores se acercaron mucho a la media indicando que existe poca frecuencia en los datos, en la variable m7ibc se mostraron valores atípicos que no corresponde al rango de -1 al +1. Las variables M6Va y M6Vo mostraron el desplazamiento en milímetros de la mandíbula, este podía ser longitudinal o bien distancia oclusal “occlusal glide”, sus valores pueden encontrarse fuera del rango de -1 al +1. (Figura 5.2.2)

Figura 5.2.2.- Diagrama de cajas (BOX PLOT)

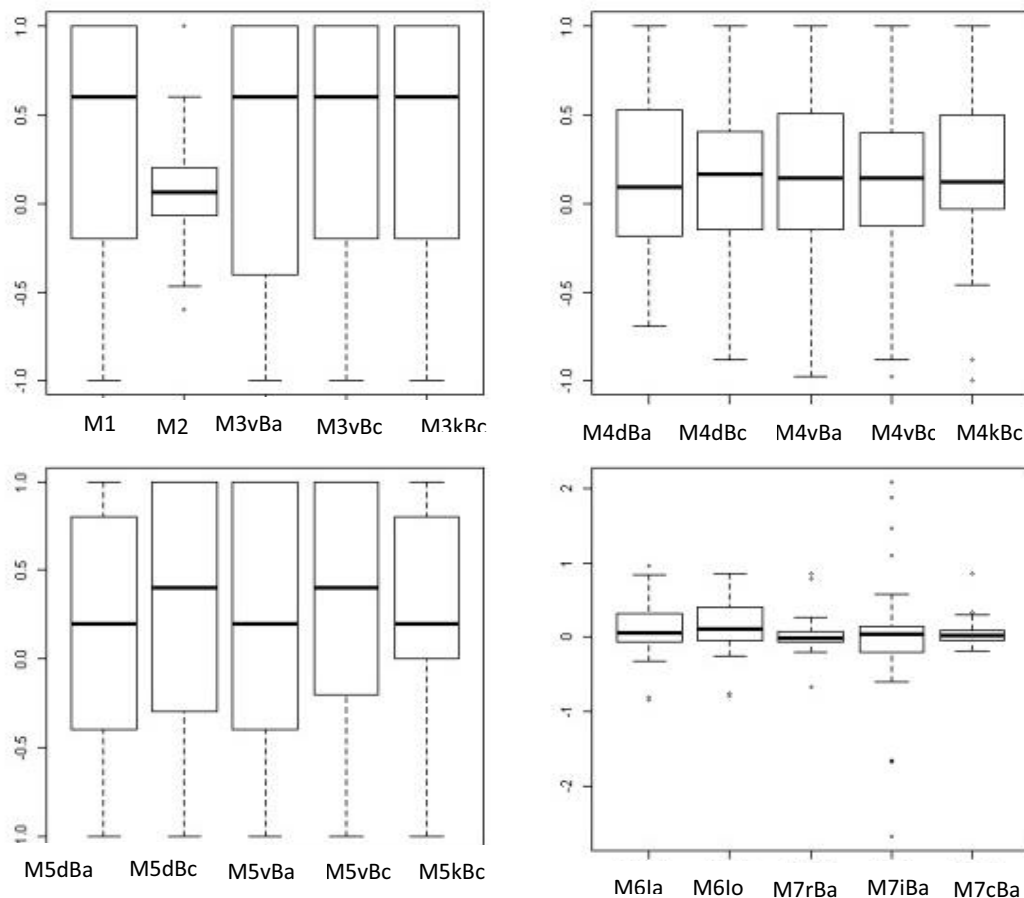
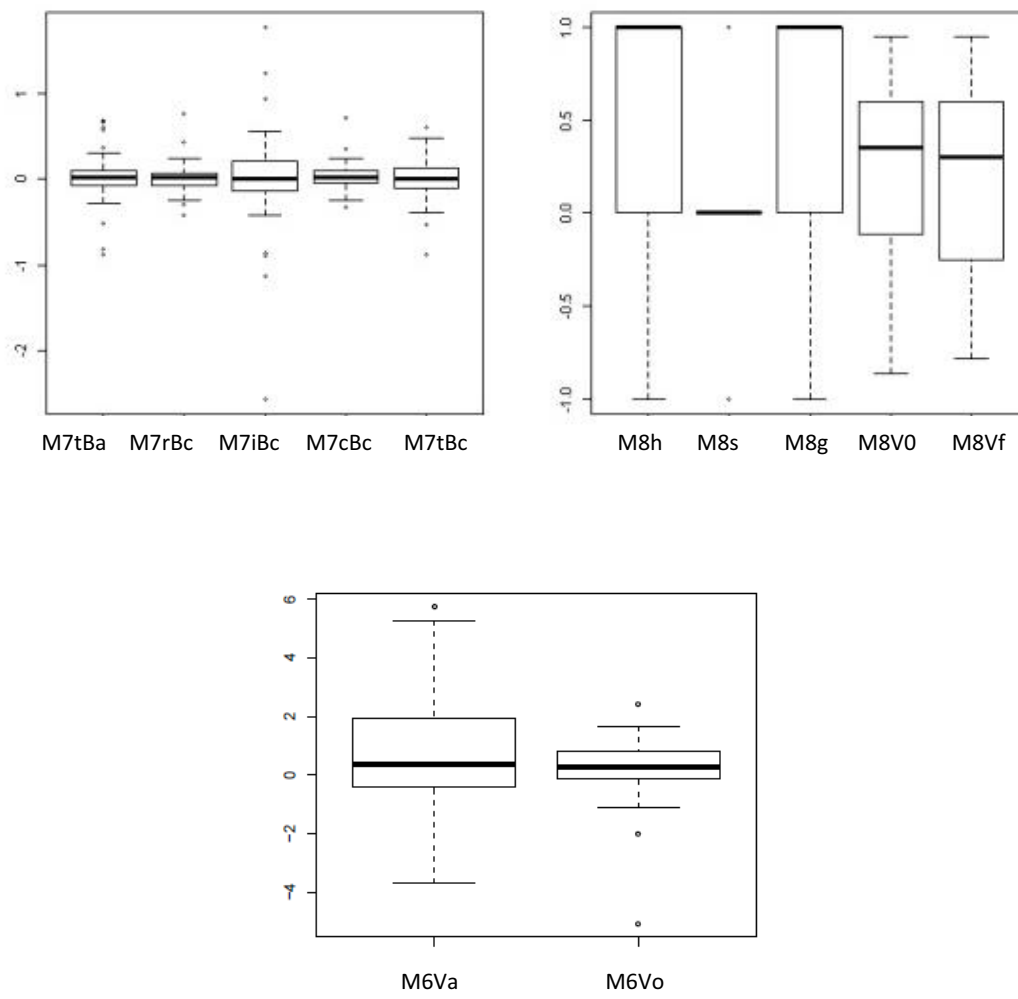


Figura 5.2.2.- Diagrama de cajas (BOX PLOT)



## 5.3 ANÁLISIS COMPARATIVO

### 5.3.1 Fiabilidad

Para conocer la fiabilidad y la capacidad discriminativa de cada método se realizó una prueba test y retest a diez individuos. El Coeficiente de Correlación Intra-clase (ICC) o “Intraclass Correlation Coefficient” de los 30 subtipos de métodos se muestran en la Tabla 5.2.2 ordenados de mayor a menor concordancia. Se consideran que los valores de ICC por encima del 0,85, mostraron una excelente fiabilidad del método. En el caso del método M8s coincidieron los resultados en el test y retest (ICC=1, TDI=0). El M8 (excepción del M8s, M8g) y algunos subtipos de métodos del grupo M4 y M5 tuvieron valores de ICC muy altos lo que indicó un fuerte acuerdo entre sesiones y una mayor discriminación entre los sujetos. Valores de ICC menor a 0,5 indicaron una mala fiabilidad del método. El M2 y la mayoría de los subtipos del grupo M7, que son los que utilizaron el chicle como comida test y el EMG como técnica respectivamente, mostraron valores por debajo de 0,5 indicando que discriminan poco entre sujetos y que no existe un acuerdo entre las pruebas test y retest. Los grupos M1, M3 y M6 se encontraron a media tabla indicando una fiabilidad normal. Se observó que el ICC en los subtipos que utilizaron la KNG como técnica fue menor comparado con los del mismo subtipos del método pero que utilizaron otras técnicas como la inspección o video, con la excepción del grupo M4 que mantuvo un valor muy similar con respecto a las demás variables que corresponden a ese método.

Al observar la tabla 5.2.2, el error que corresponde al apartado de “sesión” en todas las variables (subtipos de métodos) fue muy bajo, indicando que no existe un error sistemático por parte de los operadores y/o sujetos al momento que se realizó las sesiones de prueba. El error se presentó principalmente en los apartados de “sujetos” y “random” que corresponden a la evaluación inter e intra-individuos respectivamente. La variabilidad entre sujetos fue muy baja en los grupos de M2, M6 y M7 lo que demuestra su baja capacidad discriminativa entre sujetos. Sin embargo, los métodos de los grupos M7 y M4 y los que utilizaron el VAS del grupo M8 mostraron una muy baja variabilidad intra-sujeto (Random) indicando un alto grado de fiabilidad. Los

gráficos que reflejan la dispersión entre valores de test y retest para cada método se muestran en el Anexo IV.

Tabla 5.2.2

Método	ICC	Lim. Inf(95%) de ICC	Lim. Sup(95%) de ICC	Sujetos	Sesión	Random	UB TDI (95%)
M8s*	1						
M8Vf	0,98	0,91	0,99	0,25	0	0,01	0,3
M8Vo	0,93	0,77	0,98	0,22	0	0,02	0,48
M4vBa	0,89	0,66	0,97	0,22	0,01	0,02	0,58
M5dBc	0,89	0,64	0,97	0,42	0	0,05	0,85
M4dBa	0,86	0,57	0,96	0,19	0,01	0,03	0,64
M4KBc	0,86	0,56	0,96	0,16	0	0,02	0,6
M8h	0,86	0,58	0,96	0,63	0,01	0,09	1,16
M7ibc	0,84	0,51	0,95	0,25	0	0,05	0,83
M3vBa	0,82	0,46	0,95	0,6	0	0,13	1,39
M7tbc	0,82	0,45	0,95	0,04	0	0,01	0,35
M4dBc	0,8	0,43	0,94	0,14	0	0,03	0,69
M3vBc	0,79	0,4	0,94	0,46	0	0,12	1,32
M4vBc	0,77	0,37	0,93	0,14	0,01	0,04	0,73
M5vBa	0,77	0,37	0,93	0,41	0,01	0,11	1,28
M5dBa	0,76	0,35	0,93	0,42	0,02	0,11	1,33
M3KBc	0,75	0,33	0,93	0,32	0,01	0,09	1,19
M6la	0,75	0,32	0,92	0,1	0	0,03	0,67
M6lo	0,75	0,32	0,92	0,09	0	0,03	0,63
M5vBc	0,69	0,2	0,91	0,27	0	0,12	1,31
M7rba	0,66	0,17	0,89	0,01	0	0	0,18
01M1	0,64	0,17	0,88	0,36	0,05	0,15	1,58
M5KBc	0,58	0,01	0,86	0,19	0	0,14	1,4
M8g	0,58	0,01	0,87	0,22	0	0,16	1,52
M7tba	0,43	-0,18	0,8	0,03	0	0,04	0,74
M7cba	0,41	-0,17	0,78	0	0	0,01	0,29
M7cbc	0,34	-0,04	0,63	0	0	0	0,26
M7iba	0,29	-0,34	0,74	0,15	0	0,37	2,3
M7rbc	0,16	-0,32	0,58	0	0	0,01	0,35
02M2	0,12	-0,48	0,65	0,01	0	0,07	1,04

\* El método M8s ha dado exactamente los mismos resultados en test y el retest (ICC=1, TDI=0)

**Sujetos:** se refiere al margen de error que se presentó inter individuos; **Random:** se refiere al margen de error que se presentó intra-individuos.

### 5.3.2 Correlación de los métodos

Para conocer la correlación entre los 30 métodos se determinó el coeficiente de correlación de Pearson (n=42). En la Tabla 5.2.3 se detallan los coeficientes resaltando en verde los valores que indican una correlación alta ( $\geq 0,85$  o  $\leq -0,85$ ), en rojo los valores que indican una correlación baja (entre -0,5 y 0,5) y en amarillo los coeficientes que indican una correlación moderada.

Los métodos que presentaron una mayor correlación fueron los métodos del grupo M4 y M5. En cambio, se observó que todas las variables del grupo M7 presentaron la peor correlación respecto a los demás métodos. El método M4VBa mostró una correlación mayor de 0.5 con respecto a los demás subtipos a excepción del M7. Las variables que mostraron la correlación más elevada fueron entre M4vBc y M4dBc ( $r=0,997$ ). Además del grupo M7, el método subjetivo M8s presentó una correlación baja con prácticamente todos los subtipos de métodos.

El grupo M6 denota valores altos de correlación con los métodos que utilizan como instrumento el KNG como el M4kBc y el M5kBc, coincidiendo en que todos estos métodos se aplicaron en la misma prueba masticatoria.

Tabla 5.2.3

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
	M1	M2	M3vBa	M3vBc	M3KBc	M4dBa	M4dBc	M4vBa	M4vBc	M4KBc	M5dBa	M5dBc	M5vBa	M5vBc	M5KBc	M6la	M6lo	M7rba	M7iba	M7cba	M7tba	M7rbc	M7lbc	M7cbc	M7 tbc	M8h	M8s	M8g	M8Vo	M8Vf						
M1	1																																			
M2	0,478	1																																		
M3vBa	0,566	0,435	1																																	
M3vBc	0,638	0,458	0,835	1																																
M3KBc	0,81	0,484	0,619	0,641	1																															
M4dBa	0,676	0,687	0,72	0,727	0,68	1																														
M4dBc	0,643	0,575	0,701	0,79	0,672	0,822	1																													
M4vBa	0,68	0,641	0,739	0,743	0,672	0,987	0,811	1																												
M4vBc	0,647	0,567	0,708	0,786	0,681	0,822	0,997	0,816	1																											
M4KBc	0,581	0,521	0,44	0,51	0,604	0,625	0,707	0,613	0,712	1																										
M5dBa	0,704	0,638	0,672	0,721	0,675	0,915	0,723	0,903	0,719	0,506	1																									
M5dBc	0,696	0,504	0,769	0,855	0,64	0,75	0,872	0,741	0,866	0,499	0,767	1																								
M5vBa	0,686	0,609	0,68	0,691	0,646	0,911	0,694	0,919	0,692	0,511	0,963	0,724	1																							
M5vBc	0,702	0,477	0,764	0,839	0,697	0,748	0,875	0,742	0,874	0,539	0,771	0,979	0,729	1																						
M5KBc	0,583	0,477	0,428	0,495	0,53	0,614	0,648	0,589	0,651	0,892	0,536	0,527	0,518	0,545	1																					
M6la	0,535	0,515	0,355	0,471	0,562	0,57	0,676	0,545	0,677	0,965	0,453	0,47	0,449	0,495	0,871	1																				
M6lo	0,482	0,505	0,326	0,444	0,522	0,539	0,624	0,515	0,633	0,946	0,406	0,432	0,405	0,458	0,847	0,962	1																			
M7rba	0,22	0,254	0,253	0,317	0,316	0,463	0,295	0,468	0,299	0,093	0,4	0,281	0,411	0,268	0,06	0,091	0,047	1																		
M7iba	-0,113	-0,235	-0,056	0,006	0,031	-0,089	-0,043	-0,054	-0,034	-0,107	-0,064	-0,007	0,013	0,066	-0,128	-0,113	-0,082	0,188	1																	
M7cba	0,273	0,253	0,287	0,36	0,272	0,432	0,328	0,445	0,333	0,023	0,349	0,347	0,342	0,313	0,017	0,043	-0,017	0,839	0,108	1																
M7tba	0,026	-0,067	0,084	0,168	0,17	0,147	0,115	0,179	0,125	-0,056	0,132	0,144	0,196	0,193	-0,084	-0,058	-0,057	0,606	0,887	0,529	1															
M7rbc	0,298	0,169	0,265	0,406	0,278	0,389	0,315	0,414	0,317	0,018	0,356	0,348	0,384	0,327	0,025	0,012	-0,054	0,856	0,263	0,791	0,617	1														
M7lbc	-0,11	-0,248	-0,032	0,023	0,013	-0,124	-0,053	-0,086	-0,044	-0,14	-0,076	-0,022	-0,013	0,07	-0,193	-0,158	-0,134	0,097	0,956	0,07	0,818	0,225	1													
M7cbc	0,297	0,219	0,263	0,452	0,275	0,413	0,391	0,42	0,386	0,079	0,354	0,434	0,349	0,416	0,103	0,091	0,045	0,812	0,234	0,81	0,585	0,915	0,186	1												
M7lbc	0,056	-0,103	0,102	0,224	0,143	0,094	0,127	0,133	0,133	-0,088	0,111	0,17	0,167	0,233	-0,123	-0,101	-0,109	0,478	0,874	0,44	0,935	0,639	0,888	0,606	1											
M8h	0,621	0,512	0,698	0,728	0,705	0,654	0,636	0,665	0,653	0,502	0,58	0,627	0,569	0,63	0,466	0,468	0,45	0,35	-0,079	0,308	0,097	0,32	-0,124	0,293	0,05	1										
M8s	0,322	0,211	0,418	0,398	0,268	0,469	0,389	0,5	0,395	0,234	0,319	0,334	0,36	0,309	0,196	0,149	0,191	0,123	-0,203	0,137	-0,103	0,054	-0,268	0,103	-0,174	0,471	1									
M8g	0,522	0,344	0,544	0,492	0,552	0,528	0,406	0,54	0,424	0,321	0,545	0,478	0,535	0,54	0,326	0,271	0,231	0,152	-0,019	0,164	0,061	0,099	-0,014	0,043	0,024	0,616	0,439	1								
M8Vo	0,617	0,584	0,692	0,706	0,604	0,691	0,642	0,707	0,65	0,582	0,594	0,637	0,604	0,614	0,491	0,559	0,548	0,188	-0,178	0,149	-0,062	0,196	-0,208	0,191	-0,071	0,816	0,556	0,596	1							
M8Vf	0,699	0,572	0,754	0,732	0,625	0,788	0,726	0,8	0,737	0,634	0,708	0,739	0,719	0,717	0,606	0,563	0,543	0,313	-0,128	0,303	0,047	0,335	-0,174	0,324	0,021	0,787	0,467	0,541	0,874	1						

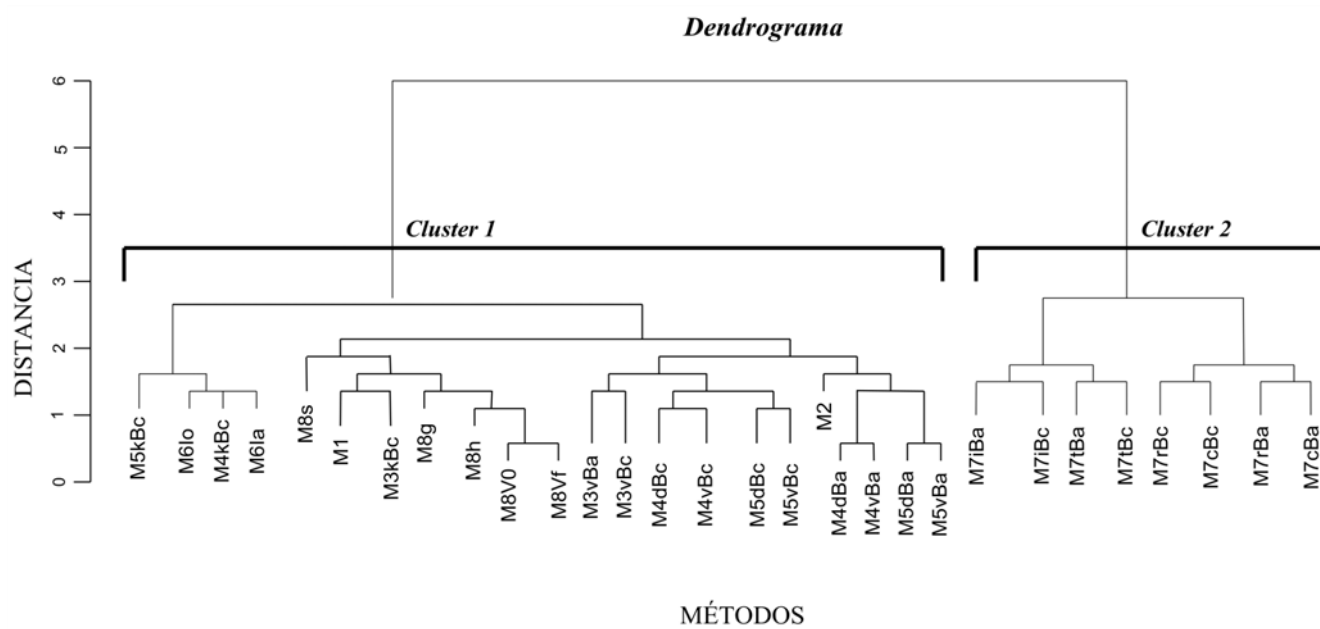
### 5.3.3 Análisis Factorial

Para evaluar la validez o “construct validity” de los diferentes métodos, se realizó un Algoritmo de agrupamiento “clustering” y un análisis factorial confirmatorio.

#### *Algoritmo de agrupamiento*

Con el análisis de Algoritmo de agrupamiento “clustering” se exploró cuantas dimensiones subyacentes contenían los datos a partir de las distancias entre las variables. El análisis se pudo resumir en el siguiente grafico (Fig. 5.3.1). Los corchetes “Cluster 1” y “Cluster 2” indicaron aquellos grupos de variables que formaron diferentes agrupamientos de forma significativa ( $P < 0,05$ ). Por tanto hubo dos grupos significativamente diferenciados, uno estaba formado por las variables del método M7 y el otro grupo por el resto de las variables. De este resultado se dedujo que es muy probable que de los datos surjan dos factores latentes.

Figura 5.3.1.- Dendrograma





**Análisis factorial confirmatorio**

En la tabla 5.3.1 se acotó los modelos con estructuras factoriales diferentes.

Tabla 5.3.1

**Descripción de los modelos**

<b>Modelo</b>	<b>Descripción</b>
1	Un único factor (F1) para todas las variables.
2	Dos factores (F1, F2) relacionados con todas las variables. Covarianza de F1 y F2
3	Dos factores (F1, F2). Variables M7iBa, M7iBc solo relacionadas con F2. Covarianza F1 y F2
4	Dos factores (F1, F2). Variables M7iBa, M7iBc solo relacionadas con F2. F1 y F2 son independientes.
5	Modelo 4 + Variables M7tBa, M7tBc solo relacionadas con F2.
6	Modelo 4 + todas las variables sin incluir el M7 relacionadas con F2

La tabla 5.3.2 muestra el ajuste de cada modelo. El índice de bondad de ajuste “Goodness of fit index” (GIF) indica el porcentaje de variabilidad de los datos que explican el modelo. El Criterio de Información de Akaike o “Akaike information criterion” (AIC) es una medida de ajuste del modelo, de forma que los valores más bajos indicaron un mejor ajuste.

Tabla 5.3.2

<b>“Goodness of Fit”</b>		
<b>Modelo</b>	<b>GIF</b>	<b>AIC</b>
1	0,3	1088,8
2	0,34	896,19
3	0,32	824,11
4	0,31	822,48
5	0,32	833,14
6	0,32	839,29

El modelo que mejor se ajustó a los datos fue el 4 (AIC más bajo). El GFI de este modelo fue de 0,32, por lo que sólo explicó un 32% de la variabilidad de los datos. Esto significa que este modelo factorial, aunque es útil para explicar asociaciones entre las variables y los factores, no sería un modelo válido para realizar predicciones.

Por tanto hubo dos factores latentes. El primer factor (F1) fue el que se encontró relacionado con todos los métodos, a excepción de las variables 19M7IBa y 23M7IBc. El segundo factor (F2) tan sólo se encontró relacionado con los Métodos del M7. Además los dos factores latentes F1 y F2 son independientes. Una posibilidad de interpretación de estos factores, basándonos en lo que están midiendo las variables relacionadas con ellos, es que el primer factor (F1) sea la lateralidad masticatoria y el segundo factor (F2) sea la actividad muscular. Bajo esta premisa se analizaron las correlaciones de cada variable con los factores latentes para determinar cuáles son los mejores métodos.

La tabla 5.3.3 muestra las correlaciones de manera descendente entre el factor latente (F1) y los métodos. Se podría decir que como método en general el M4 (Índice de Asimetría) evaluó mejor el LPM, con correlaciones muy cercanas o superiores a 0,9, excepto por la variable M4kBc que presentó una correlación de 0,684. El M5 también funcionó bastante bien con correlaciones entre 0,863 y 0,895, a excepción del M5KBc que presentó una correlación de 0,662. El M8Vf (escala visual analógica final) también presentó una correlación muy elevada (0,855) pero el resto de variables del grupo M8 tuvieron una correlación inferior a 0,8 y en específico las variables M8s y M8g presentaron correlaciones demasiado bajas para ser considerados métodos válidos para medir la lateralidad masticatoria. Con respecto al M3 las variables M3vBC y M3vBa se encontraron muy cerca o ligeramente por encima de una correlación de 0,8. Los métodos que utilizaron chicle, kinesiógrafo o evaluaron subjetivamente (alimentos duros), mostraron una correlación entre 0,6 y 0,8. El resto de los métodos estaban débilmente relacionados con el LPM.

Tabla 5.3.3

<b>Variable (Método)</b>	<b>Correlación</b>	<b>Error Estándar</b>
M4dBa	0,951	0,481
M4vBa	0,949	0,474
M4vBc	0,898	0,372
M4dBc	0,896	0,369
M5dBa	0,895	0,368
M5vBa	0,883	0,355
M5dBc	0,863	0,336
M5vBc	0,863	0,336
M8Vf	0,855	0,33
M3vBc	0,838	0,318
M3vBa	0,794	0,295
M8Vo	0,767	0,284
M1	0,763	0,283
M3KBc	0,756	0,281
M8h	0,747	0,278
M4KBc	0,684	0,262
M2	0,666	0,259
M5KBc	0,662	0,258
M6la	0,632	0,253
M6lo	0,592	0,247
M8g	0,571	0,245
M7cbc	0,477	0,246
M8s	0,46	0,234
M7rba	0,456	0,24
M7rbc	0,449	0,245
M7cba	0,443	0,237
M7tba	0,223	0,299
M7tbc	0,205	0,312

En cuanto a las correlaciones con el factor 2, los métodos M7tbc, M7tba, M7iba y M7ibc estaban fuertemente correlacionados con este factor, con correlaciones superiores a 0,9 (Tabla 5.3.4), cabe recordar que estas variables son los que presentaron correlaciones bajas o inexistentes con el primer factor. Por tanto, se podría considerar que estos métodos sólo miden actividad muscular.

Tabla 5.3.4

<b>Variable (Método)</b>	<b>Correlación</b>	<b>Error Estándar</b>
M7tbc	0,986	0,24
M7tba	0,947	0,248
M7iba	0,911	0,243
M7ibc	0,911	0,243
M7rbc	0,573	0,236
M7cbc	0,537	0,236
M7rba	0,443	0,235
M7cba	0,396	0,235

El resto de las variables M7rBc, M7rBa, M7cBa, M7cBc presentaron una correlación moderada con el segundo factor, al igual que con el primer factor. Sugiriendo que estos métodos no logran medir correctamente ni a la lateralidad masticatoria ni la actividad muscular, o que sus valores expresan una mezcla de estas dos características.

### 5.3.4 Variables control

En las pruebas de masticación libre, el MPS y la duración del ciclo no fueron significativamente diferentes cuando se utilizó el bolo abierto o el bolo cerrado ( $p=0.78$  y  $P=0.24$  respectivamente; Prueba t de Student). Del estudio test-retest se desprende que el coeficiente de correlación intraclase del lado de preferencia masticatorio, del rendimiento masticatorio y de la duración del ciclo de las pruebas masticatorias del bolo abierto o bolo cerrado oscilaron entre 0,82 a 0,94. (Tabla 5.3.5)

Tabla 5.3.5

	<b>ICC</b>	<b>SDD</b>
<b>LPM M4vBa</b>	0,958 (0.83-0.99)	0,39
<b>LPM M4vBc</b>	0,887 (0.54-0.97)	0,52
<b>MPS-Ba-Free</b>	0,859 (0.43-0.97)	1,44mm
<b>MPS-Bc-Free</b>	0,94 (0.76-0.99)	0,93mm
<b>MPS-Derecha</b>	0,969 (0.88-0.99)	0,71mm
<b>MPS-Izquierda</b>	0,901 (0.60-0.98)	1,52mm
<b>MPS-Asimetría</b>	0,806 (0.22-0.95)	1,46mm
<b>Tiempo-Ba-Free</b>	0,918 (0.67-0.98)	130msec
<b>Tiempo-Bc-Free</b>	0,963 (0.85-0.99)	86,3msec
<b>Tiempo-Derecha</b>	0,898 (0.59-0.98)	144msec
<b>Tiempo-Izquierda</b>	0,911 (0.64-0.98)	133msec
<b>Tiempo-Asimetría</b>	0,819 (0.27-0.96)	41,2msec



# DISCUSIÓN



## 6. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio confirman que algunos métodos que determinan el LPM son muy fiables además demostraron tener una gran validez mediante el análisis factorial confirmatorio (AFC). Al realizar el análisis factorial exploratorio (AFE) se determinó que existen dos tipos de agrupamientos importantes, demostrando que cada uno de estos agrupamientos representa un factor latente y que cada uno mide diferentes cosas. El factor latente 1 (F1) midió el lado de preferencia masticatorio y factor latente 2 (F2) midió la asimetría muscular. Los grupos de métodos que presentaron una mejor correlación con el F1 ( $r \geq 0,85$ ) fueron los que utilizaron el índice de asimetría, el valor de lateralidad masticatorio y el que utilizó el VAS después de una prueba masticatoria. De estos métodos, el que demostró tener la mejor correlación con el F1 fue aquel que analizó los ciclos masticatorios con el índice de asimetría, utilizó como técnica la visión directa y como comida test silicona en forma de bolo abierto, indicando tener la mejor validez dentro del grupo de métodos analizados. Este método tiene una gran ventaja en referencia al coste-beneficio ya que es muy sencillo de realizar, no requiere de dispositivo alguno y no hay que analizar ningún registro para determinar el LPM.

Los métodos que se basaron en el Índice de asimetría lateral masticatoria (grupo M6) fueron los que registraron los movimientos mandibulares durante la masticación utilizando el ArcusDigma II como kinesiógrafo. Estos métodos han demostrado que, no solo se puede detectar con precisión el lado hacia donde se dirige la mandíbula en la fase de cierre, sino que también permite medir el deslizamiento oclusal así como la amplitud de cada ciclo. Sin embargo, los métodos del M6 mostraron una moderada fiabilidad y una moderada validez. Estos resultados sugieren que, debido a la sofisticación de la aparatología y al coste de la obtención de los registros, no sería un método de primera elección para determinar el LPM. No obstante, hay que tener muy en cuenta que existen muchos tipos de kinesiógrafos, algunos de los cuales interfieren poco en la masticación dado que los individuos pueden sellar los labios y constan de una aparatología menos voluminosa. Por consiguiente, estos resultados no se pueden extrapolar a otro tipo de kinesiógrafos.



Los métodos que utilizaron el índice de asimetría muscular masticatoria (grupo M7) demostraron, en general, tener un bajo grado de fiabilidad y de capacidad discriminativa, tal como demuestra los valores de ICC. Además, el Dendrograma (figura 5.3.1) obtenido mediante el logaritmo de agrupamiento, indicó que los métodos del grupo M7 no tenían relación con los demás grupos de métodos, por lo que tampoco sería válido para evaluar la lateralidad masticatoria. Al observar la poca relación que presentan la mayoría de los métodos de grupo M7 con el F1, se aconseja tomar mucha precaución en la interpretación de los resultados de los estudios que utilizaron la EMG como técnica para determinar el LPM.<sup>5,69</sup> Además mencionar que entre los mismos estudios existe controversia de si la EMG es una técnica válida para evaluar el LPM, por ejemplo existen estudios que han utilizado la técnica sin mencionar alguna limitación que impida evaluar el LPM,<sup>5,17</sup> en cambio otro estudio mencionó que durante la masticación unilateral, la mayor actividad se encuentra en los músculos del lado de trabajo, con una disminución notable de la actividad en el lado de no trabajo. Sin embargo, esta disminución no se produce en todos los individuos y al no poder distinguirse el lado de trabajo durante la masticación, es imposible encontrar la preferencia lateral masticatoria en un individuo.<sup>70</sup> Algo que es importante mencionar es que en el presente estudio la validez del método M7 que utilizó EMG no fue sensible al tipo de comida test, aunque las pruebas masticatorias con el bolo abierto o cerrado se realizaron por separado. Sin embargo la validez del método M7 fue muy sensible según se midió el MVC con algodón o en PIM, aunque coincidieran en la misma prueba masticatoria. De hecho, algunos valores de LPM determinados mediante el método que utilizó la PIM como MVC estaban fuera del rango de -1 a +1, ya que efectuaban mayor actividad eléctrica durante los ciclos masticatorios que durante la MVC. Por lo tanto, los resultados del presente estudio indican que el índice de asimetría muscular masticatoria utilizando la PIM como MVC no mide el LPM. Cabe destacar que para aplicar estos métodos se necesita una preparación previa por parte del operador, además del elevado coste que implica el aparato y el material fungible como los electrodos.

Un método que demostró tener una excelente fiabilidad y validez y que no estaba descrito en la literatura, fue el que utilizó la escala visual analógica (VAS) como

instrumento para evaluar el LPM, ambos métodos tanto el VAS inicial (M8V0) como el final (M8Vf) mostraron tener una mayor fiabilidad y discriminación que el resto de métodos (objetivos y subjetivos) a excepción del M8s que mostró un ICC de 1. Estos valores tan altos pueden ser debidos a la memoria de los sujetos en responder lo mismo al cabo de una a dos semanas, incluso al realizar la marca en el VAS. En cambio, los valores de validez de los métodos del grupo M8 fueron distintos a los valores de fiabilidad y también, entre los métodos del M8, muestran diferentes valores de correlación con respecto al factor latente 1. Los métodos que en la evaluación se referían a la comida dura, presentaron una mejor validez que los métodos que se referían a la comida blanda o el chicle, lo que sugiere que cuando se quiere determinar el LPM de forma subjetiva, hay que referirse a qué lado suele masticar la comida dura. Curiosamente, en otros estudios se observó una baja coincidencia entre el LPM obtenido con un método objetivo usando el chicle como comida test comparado con uno subjetivo (Coeficiente Kappa = 0,32),<sup>25,51</sup> coincidiendo en los resultados del presente estudio donde se obtuvo una correlación semejante ( $r=0.322$ ) al comparar los métodos equivalentes a los estudios de Mc Donnell y Varela.<sup>25,51</sup> De los métodos subjetivos que se referían a comida dura, los que utilizaron el VAS fueron más válidos y con mejor fiabilidad que el que no lo utilizó, por tanto, parece que el método que evalúa el LPM de forma cuantitativa obtiene valores más fiables que el método que presenta una variable respuesta dicotómica o tricotómica. También se observó que el método M8Vf demostró una mejor validez y también una mejor fiabilidad que el método M8V0, por lo que parece aconsejable realizar una prueba masticatoria antes de evaluar subjetivamente el LPM para aquellos estudios que requieran una alta fiabilidad, tal como se realizó en otros estudios.<sup>25,51</sup> El VAS como instrumento de valoración del grado de lateralidad masticatoria percibido por el individuo es muy fiable para estudios que requieran un tamaño de muestra muy grande. A pesar de que este no es un método objetivo, este es muy simple, no requiere de un entrenamiento excesivo para el operador y permite un análisis cuantitativo. Dado que los voluntarios eran adultos jóvenes vinculados a una Facultad de Odontología, estos resultados no pueden extrapolarse directamente a otro tipo de población, como los niños ya que a esta población podría ser difícil de explicar con el VAS la idea de la lateralidad masticatoria o bien a la población adulta o anciana que no tenga conocimientos

previos de odontología. La fiabilidad de este método debería ser evaluada en una población adulta que no tenga conocimientos generales de odontología. Esto podría ser el tema principal de una investigación futura.

En el presente estudio se ha confirmado que los métodos que utilizan el ArcusDigma como kinesiógrafo, son menos precisos y menos fiables que aquellos métodos que utilizan las técnicas de visión directa o de video de los grupos M3 y M4. Dado que entre estos métodos sólo varía la técnica y coinciden los otros aspectos de la metodología, se puede afirmar que el ArcusDigma no es aconsejable como primera elección para evaluar el LPM, ya que se ha demostrado que otras técnicas más sencillas y menos costosas producen mejores resultados en cuanto fiabilidad y validez. Estos resultados podrían ser ocasionados por la propia aparatología del dispositivo (ArcusDigma II), ya que es necesario introducir una horquilla en la boca del individuo, lo que imposibilita el sellado completo de los labios durante la masticación, pudiendo alterarla. Insistimos que estos resultados no pueden extrapolarse a otros kinesiógrafos como Myotronics o Sirognatograph, que son los que fueron utilizados para evaluar el LPM en otros estudios,<sup>12,13,23,25,34,36,56,65</sup> ya que cada dispositivo presenta diferente aparatología para registrar los movimientos durante la masticación.

De acuerdo con otro estudio y con los resultados obtenidos del presente estudio, usar la cámara de vídeo como técnica no mejora la validez del método al compararlo con la visión directa.<sup>35</sup> Esto quedó demostrado por la alta correlación entre los métodos de los grupos M4 y M5 los que utilizaron la visión directa respecto al video. Por lo tanto, el uso de dos contadores de mano manipulados por el operador para registrar el número de ciclos para cada lado parece ser una técnica sencilla, rápida y fiable. Esto podría ser la causa del porque la mayoría de los estudios evalúan el LPM utilizando esta técnica (visión directa).<sup>10,11,16,19,22,24-26,32,35,55,58,59,61-63,74</sup> Algo que es importante mencionar es que esta técnica, la inspección directa siempre es susceptible de error por parte del operador algo que en las técnicas indirectas no suele suceder porque estas dependen de un instrumento (generalmente un dispositivo electrónico) para evaluar el LPM. Este problema se resuelve con una buena capacitación y un buen entrenamiento por parte del operador. Por tanto para futuras investigaciones que requieran un método objetivo de determinación del LPM con muestras de población

grande, sería mejor utilizar la técnica de visión directa, ya que para estas investigaciones se requiere optimizar los recursos.

Los resultados del presente estudio sugieren la posibilidad de utilizar sólo el primer ciclo masticatorio o bien todos los ciclos masticatorios para determinar el LPM, debido a que ambas formas que evalúan la lateralidad masticatoria tienen una fuerte correlación con el factor latente 1 ( $r > 0,8$ ), por lo tanto se puede decir que miden lo mismo pero con diferente precisión, en donde evaluar el LPM por medio de todos los ciclos produce una mayor validez. Este resultado no coincide con lo encontrado en el estudio de Paphangkorakit y colaboradores<sup>9</sup> que mencionó que el porcentaje de ciclos no identificados era cada vez más grande conforme avanzaba la secuencia de masticación en alimentos naturales. Tampoco coincide con lo mencionado en el estudio de Hoogmartens y colaboradores,<sup>20</sup> que el LPM pueden estar más pronunciado durante los primeros ciclos masticatorios. Sin embargo, el resultado del presente estudio concuerda con los resultados de otros estudios que han encontrado una fuerte correlación al evaluar el LPM entre los métodos que determinan solo el primer ciclo o bien todos los ciclos posteriores.<sup>19,24,28</sup> Barcellos y colaboradores<sup>26</sup> encontraron un alto grado de correlación ( $\phi = 0.90$ ) entre la LPM evaluando sólo el primer ciclo comparado con la LPM evaluando todos los ciclos masticatorios, correlación que difiere mucho de la comparación de los métodos equivalentes (01M1 y 02M2) en el presente estudio ( $r=0,478$ ). Probablemente esta discrepancia se deba a diferencias en el tipo de población y a detalles de la metodología, además de que el chicle como comida test tiene poca validez.

Los métodos que tuvieron mayor correlación con el F1 ( $r \geq 0,86$ ) fueron aquellos que analizaron un mayor número de ciclos para calcular el LPM del sujeto, a excepción del grupo M7 ya que los resultados mostraron que estos métodos no median la lateralidad masticatoria. La única diferencia entre el grupo M4 y M5 fue que en el M4 se calculó el índice de asimetría y en M5 puntuó cada ensayo como +1 0 -1 obteniendo el LPM como la media de los 5. Comparando el grupo M4 con el M5, se observó que para cada tipo de comida (bolo abierto y cerrado) y para cada instrumento (visión directa, video y kinesiografía) el valor de correlación con F1 fue siempre más alto en el método de M4 que el M5. Además, los valores de ICC fueron en general más altos en los métodos

de M4 que en los de M5. De estos resultados se puede deducir que es más fiable considerar todos los ciclos por igual y obtener un índice de asimetría.

Los resultados sugieren que los métodos que utilizan silicona como comida test son más fiables y validos que los que utilizan chicle. El método O2M2, que utilizó el chicle para evaluar la lateralidad masticatoria, presentó el valor más bajo ICC indicando poca fiabilidad y poca capacidad discriminativa. Este resultado podría explicar por qué los estudios<sup>17,25</sup> que utilizaron este método para determinar el LPM encontró prácticamente el mismo porcentaje de sujetos que presentaban el lado derecho como LPM respecto el izquierdo, comparado con otros estudios que utilizaron otro método y encontraron que el porcentaje de individuos que masticaban por el lado derecho era mayor.<sup>5,9,32,35</sup> Probablemente esta poca capacidad para discriminar del chicle sea producto de la función para la cual fue hecha, ya que los individuos suelen masticar chicle por entretenimiento y no para intentar triturarlo como se hace cuando se está comiendo. Los resultados del presente estudio están de acuerdo con aquellos estudios que mencionan que los alimentos más duros son más apropiados para determinar el LPM.<sup>9,12</sup> La silicona como comida test, ya utilizada en otros estudios para valorar el LPM,<sup>13,35,56</sup> ha demostrado tener una alta fiabilidad y validez para evaluar el LPM y además es el tipo de comida test mayormente utilizado para valorar el rendimiento masticatorio.<sup>113,131</sup> El problema de utilizar la silicona como comida test es que no es apropiada para todo tipo de población (personas desdentadas), ya que sus propiedades físicas hacen que este alimento tenga una cierta dureza y no pueda ser triturado por individuos que carecen de dientes o aquellos que son portadores de prótesis totales. Los resultados obtenidos en el presente estudio con respecto a la comida test (silicona) no puede extrapolarse para comida test natural, para esto sería necesario realizar un estudio en el cual se comparen ambos tipos de comida test.

Aunque la cohesión del bolo parece jugar un papel importante en la preferencia lateral masticatoria, los resultados del presente estudio demostraron que la silicona como bolo abierto es igualmente apropiada que el bolo cerrado, por tanto ambas formas pueden ser utilizadas como comida test para determinar el LPM. Al no presentarse diferencias en la fiabilidad y la valides entre ambas formas de utilizar la silicona, podría aconsejarse que es mejor el bolo cerrado que el bolo abierto, porque es más fácil y

cómoda de mascar para el voluntario, no se pierden partículas de silicona, y es más fácil para el operador evaluar los LPM. Además quedó demostrado en el presente estudio que embolsar las piezas de silicona en un saco de látex para las pruebas masticatorias no afecta el rendimiento masticatorio ni la duración de ciclo masticatorio.

Estudiar LPM en los individuos nos permite entender el papel que desempeña el control neuronal en la masticación, además ayuda a la creación de prótesis dentales que vayan más de acuerdo con su patrón de masticación, ya que el lado preferido para masticar está sometido a una mayor carga con lo que hemos de tener en cuenta factores físico-mecánicos como son un reducido uso de cantilevers o una buena relación corono-radicular. Por tanto sería importante el anexo del VAS para evaluar el LPM en el examen dental rutinario y en el planteamiento del tratamiento definitivo, ya que es una prueba fácil y rápida para conocer de manera subjetiva la lateralidad masticatoria de los individuos.

Este estudio ha determinado la fiabilidad de diversos métodos con distintos aspectos de metodología (concepto, comida test, técnica y análisis de datos) para evaluar la lateralidad masticatoria. Teniendo en cuenta las limitaciones del presente estudio, los resultados obtenidos permitirán que futuros estudios utilicen un método fiable y acorde a la población diana.



# CONCLUSIONES





## 7. CONCLUSIONES

En relación al lado de preferencia masticatorio en una población de adultos jóvenes con dentición natural sana:

1. De todos los métodos estudiados, el análisis factorial confirmatorio demuestra que se obtienen 2 factores latentes independientes, uno que mide el LPM y el otro que mide la asimetría muscular masticatoria.
2. El método más válido es el que utiliza el índice de asimetría para analizar los ciclos masticatorios mediante la técnica de visión directa y la silicona con bolo abierto.
3. El índice de Asimetría Lateral Masticatoria es un método que puede ser utilizado para evaluar el LPM aunque demostró una moderada fiabilidad y validez.
4. Los métodos que utilizan el índice de Asimetría Muscular Masticatorio no son fiables ni válidos para evaluar el lado de preferencia masticatorio.
5. La escala analógica visual es un excelente instrumento para determinar el LPM aumentando la fiabilidad y validez cuando se aplica después de efectuar algunos ensayos masticatorios.
6. Los métodos que utilizan un kinesiógrafo son menos precisos y menos fiables que las que utilizan el vídeo o la visión directa.
7. El uso de registros videográficos para determinar el LPM no mejora la fiabilidad ni la validez del método comparado con la visión directa.
8. El primer ciclo masticatorio puede ser utilizado para determinar el LPM, aunque esta forma de evaluación es menos precisa que si se evaluaran todos los ciclos masticatorios.

9. Los métodos que tienen en cuenta un mayor número de ciclos son más válidos para determinar el LPM.
10. Los métodos que utilizan silicona como comida test son más fiables y validos que los que utilizan chicle.
11. La silicona como bolo abierto es igualmente apropiado que el bolo cerrado para ser utilizados como comida test.
12. El embolsar las piezas de silicona en un saco de látex para las pruebas masticatorias no afecta el rendimiento masticatorio ni la duración de ciclo masticatorio.

# **BIBLIOGRAFÍA**



## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. N'gom PI WA. Influence of impaired mastication on nutrition. *J Prosthet Dent.* 2002;87(6):667–73.
2. Baba K, John MT, Inukai M, Aridome K, Igarahsi Y. Validating an alternate version of the chewing function questionnaire in partially dentate patients. *BMC Oral Health.* 2009;16(9):9.
3. Agrawal KR, Lucas PW, Bruce IC, Prinz JF. Food properties that influence neuromuscular activity during human mastication. *J Dent Res.* 1998;77(11):1931–8.
4. Bourdiol P, Mioche L. Correlations between functional and occlusal tooth-surface areas and food texture during natural chewing sequences in humans. *Arch Oral Biol.* 2000;45(8):691–9.
5. Zamanlu M, Khamnei S, Salarilak S, Oskoe SS, Kazem S. Chewing side preference in first and all mastication cycles for hard and soft morsels. *Int J Clin Exp Med.* 2012;5(4):326–331.
6. Diernberger S, Bernhardt O, Schwahn C, Kordass B. Self-reported chewing side preference and its associations with occlusal, temporomandibular and prosthodontic factors: results from the population-based Study of Health in Pomerania (SHIP-0). *J Oral Rehabil.* 2008;35(8):613–20.
7. Reinhardt R, Tremel T, Wehrbein H RW. The unilateral chewing phenomenon, occlusion, and TMD. *J craneomandibular Pract.* 2006;24(3):166–70.
8. Mioche L, Hiiemae KM, Palmer JB. A postero-anterior videofluorographic study of the intra-oral management of food in man. *Arch oral Biol.* 2002;47(4):267–280.
9. Paphangkorakit J, Thothongkam N SN. Chewing-side determination of three food textures. *J Oral Rehabil.* 2006;33(1):2–7.
10. Komagamine Y, Kanazawa M, Minakuchi S, Uchida T, Sasaki Y. Association between masticatory performance using a colour-changeable chewing gum and jaw movement. *J Oral Rehabil.* 2011;38(8):55–63.
11. Nissan J, Gross MD, Shifman A, Tzadok L, Assif D. Chewing side preference as a type of hemispheric laterality. *J Oral Rehabil.* 2004;(16):412–416.
12. Mizumori T, Tsubakimoto T, Iwasaki M, Nakamura T. Masticatory laterality--evaluation and influence of food texture. *J Oral Rehabil.* 2003;30(10):995–9.
13. Farias Gomes SG, Custodio W, Moura Jufer JS, Del Bel Cury AA, Rodrigues Garcia RCM. Correlation of mastication and masticatory movements and effect of chewing side preference. *Braz Dent J.* 2010;21(4):351–5.
14. FP, Lord. Movements of the jaw and how they are effected. *Int J Orthop.* 1935;23:557.

15. Hannam AG, De Cou RE, Scott JD WW. The relationship between dental occlusion, muscle activity and associated jaw movement in man. *Arch Oral Biol.* 1977;22(1):25–32.
16. Delpont HP, de Laat A, Nijs J HM. Preference pattern of mastication during the first chewing cycle. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 1983;23(6):491–500.
17. Christensen LV RJ. Lateral preference in mastication: a feasibility study. *J Oral Rehabil.* 1985;12(5):421–7.
18. Goldaracena P, Rey R MC. Dental caries and chewing side preference in Maya indians. *J Dent Res.* 1984;63:182.
19. Pond LH, Barghi N BG. Occlusion and chewing side preference. *J Prosthet Dent.* 1986;55(4):498–500.
20. Hoogmartens MJ, Caubergh M a. Chewing side preference during the first chewing cycle as a new type of lateral preference in man. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 1987;27(1):3–6.
21. Hoogmartens MJ, Caubergh MA DGM. Occlusal, articular and temporomandibular joint dysfunction parameters versus chewing preference during the first chewing cycle. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 1987;27(1):7–11.
22. Hoogmartens MJ CM. Chewing side preference in man correlated with handedness, footedness, eyedness and earedness. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 1987;27(5):293–300.
23. Wilding RJ LA. A computer analysis of normal human masticatory movements recorded with a sirognathograph. *Arch Oral Biol.* 1991;36(1):65–75.
24. Kazazoglu E, Heath MR MF. A simple test for determination of the preferred chewing side. *J Oral Rehabil.* 1994;21(6):723.
25. Varela JMF, Castro NB, Biedma BM. A comparison of the methods used to determine chewing preference. *J Oral Rehabil.* 2003;30(10):990–4.
26. Barcellos DC, Gonçalves SE SM. A comparison of methods used to determine chewing side preference in deciduous, mixed and permanent dentitions. *Brazilian Dent Sci.* 2013;16(1):66–72.
27. Christensen LV RJ. Lateral preference in mastication: an electromyographic study. *J Oral Rehabil.* 1985;12(5):429–34.
28. Salioni MA, Pellizoni SE, Guimarães AS, Juliano Y AL. Functional Unilateral Posterior Crossbite Effects on Mastication Movements Using Axiography. *Angle Orthod.* 2005;75(3):362–7.
29. Agerberg G CG. Symptoms of functional disturbances of the masticatory system. A comparison of frequencies in a population sample and in a group of patients. *Acta Odontol Scand.* 1975;33(4):183–90.

30. Miyake R, Ohkubo R, Takehara J, Morita M. Oral parafunctions and association with symptoms of temporomandibular disorders in Japanese university students. *J Oral Rehabil.* 2004;31(6):518–523.
31. Dias GJ, Cook RB MM. Influence of Food Consistency on Growth and Morphology of the Mandibular Condyle. *Clin Anat.* 2011;24(5):590–8.
32. Nissan J, Berman O, Gross O, Haim B, Chaushu G. The influence of partial implant-supported restorations on chewing side preference. *J Oral Rehabil.* 2011;38(3):165–9.
33. Hidaka O, Iwasaki M, Saito M, Morimoto T. Influence of clenching intensity on bite force balance, occlusal contact area, and average bite pressure. *J Dent Res.* 1999;78(7):1336–44.
34. Wilding RJ, Adams LP LA. Absence of association between a preferred chewing side and its area of functional occlusal contact in the human dentition. *Arch Oral Biol.* 1992;37(5):423–8.
35. Martinez-Gomis J, Lujan-Climent M, Palau S, Bizar J, Salsench J PM. Relationship between chewing side preference and handedness and lateral asymmetry of peripheral factors. *Arch Oral Biol.* 2009;54(2):101–7.
36. Martín C, Alarcón JA PJ. Kinesiographic study of the mandible in young patients with unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2000;118(5):541–8.
37. Yurkstas AA. The masticatory act. A review. *J Prosthet Dent.* 1965;15:248–62.
38. Van der Bilt A, Olthoff LW, Bosman F OS. The effect of missing postcanine teeth on chewing performance in man. *Arch Oral Biol.* 1993;38(5):423–9.
39. Van der Bilt A, Olthoff LW, Bosman F OS. Chewing Performance Before and After Rehabilitation of Post-canine Teeth in Man. *J Dent Res.* 1994;73(11):1677–83.
40. Helkimo E, Carlsson GE, Helkimo M. Chewing efficiency and state of dentition. A methodologic study. *Acta Odontol Scand.* 1978;36(1):33–41.
41. Hickman DM, Cramer R SW. The effect of four jaw relations on electromyographic activity in human masticatory muscles. *Arch Oral Biol.* 1993;38:261–4.
42. Blanksma NG, van Eijden TM. Electromyographic heterogeneity in the human temporalis and masseter muscles during static biting, open/close excursions, and chewing. *J Dent Res.* 1995;74(6):1318–27.
43. Kikuchil M, Koriotoh TWP, Hannam AG. The Association Among Occlusal Contacts, Clenching Effort, and Bite Force Distribution in Man. *J Dent Res.* 1997;76(6):1316–1325.
44. Julien KC, Buschang PH, Dechow PC. Normal masticatory performance in young adults and children. *Arch Oral Biol.* 1996;41(1):69–75.
45. Devlin H, Wastell DG, Duxbury AJ GA. Chewing side preference and muscle quality in complete denture-wearing subjects. *J Dent.* 1987;15(1):23–5.



46. Bertram S, Rudisch A, Bodner G, Emshoff R. Effect of stabilization-type splints on the asymmetry of masseter muscle sites during maximal clenching. *J Oral Rehabil.* 2002;29(5):447–51.
47. Balcioglu H a, Uyanikgil Y, Yuruker S, Tuna HS, Karacayli U. Volumetric assessment of lateral pterygoid muscle in unilateral chewing: a stereologic study. *J Craniofac Surg.* 2009;20(5):1364–6.
48. Wilding RJ. The association between chewing efficiency and occlusal contact area in man. *Arch Oral Biol.* 1993;38(7):589–96.
49. Tay Dk. Physiognomy in the classification of individuals with a lateral preference in mastication. *J Orofac Pain.* 1994;8(1):61–72.
50. Goldaracena P, Rey R MC. Dental caries and chewing side preference in Maya Indians. *J Dent Res.* 1984;63:182.
51. Mc Donnell ST, Hector MP HA. Chewing side preferences in children. *J Oral Rehabil.* 2004;31(9):855–60.
52. Witter DJ, Kreulen CM, Mulder J CN. Signs and symptoms related to temporomandibular disorders. Follow-up of subjects with shortened and complete dental arches. *J Dent.* 2007;35(6):521–527.
53. Losso EM, Singer JM NJ. Effect of gustatory stimulation on flow rate and protein content of human parotid saliva according to the side of preferential mastication. *Arch Oral Biol.* 1997;42(1):83–7.
54. Meng M, Zhang Q, Witter DJ, Bronkhorst EM, Creugers NH, Ma C ZS. Occlusal Tooth Wear in Patients of a Dental School's Prosthodontic Department in Xi'an, China. *Int J Prosthodont.* 2014;27(1):54–60.
55. Santana-Mora U, López-Cedrún J, Mora MJ, Otero XL S-PU. Temporomandibular disorders: the habitual chewing side syndrome. *PLoS One.* 2013;8(4):18–21.
56. Gomes SGF, Custodio W, Faot F, Cury AADB, Garcia RCMR. Chewing side, bite force symmetry, and occlusal contact area of subjects with different facial vertical patterns. *Braz Oral Res.* 2011;25(5):446–52.
57. Mizumori T, Arai K, Tsubakimoto T YH. Chewing Side Continuity and Masticatory Performance. *Prosthodont Res Pract.* 2006;5(1):10–14.
58. Barcellos DC, Gonçalves SEDP, da Silva MA, et al. Prevalence of chewing side preference in the deciduous, mixed and permanent dentitions. *J Contemp Dent Pract.* 2011;12(5):339–42.
59. Lamontagne P, Al-Tarakemah Y HE. Relationship between the Preferred Chewing Side and the Angulation of Anterior Tooth Guidance. *Med Princ Pr.* 2013;22:545–9.

60. Gisel EG, Schwaab L, Lange-Stemmler L, Niman CW, Schwartz JL. Lateralization of tongue movements during eating in children 2 to 5 years old. *Am J Occup Ther.* 1986;40(4):265–70.
61. Barcellos DC, da Silva MA, Batista GR, et al. Absence or weak correlation between chewing side preference and lateralities in primary, mixed and permanent dentition. *Arch Oral Biol.* 2012;57(8):1086–92.
62. Takahashi M, Takahashi F, Morita O. Evaluation of the masticatory part and the habitual chewing side by wax cube and bite force measuring system (dental prescale). *Nihon Hotetsu Shika Gakkai Zasshi.* 2008;52(4):513–20.
63. Jiang H, Liu H, Liu G, Jin Z LX. The effects of chewing-side preference on human brain activity during tooth clenching: an fMRI study. *J Oral Rehabil.* 2010;37(12):877–83.
64. Ratnasari A, Hasegawa K, Oki K, Kawakami S, Yanagi Y, Asaumi JI MS. Manifestation of preferred chewing side for hard food on TMJ disc displacement side. *J Oral Rehabil.* 2011;38(1):12–17.
65. Shinagawa H, Ono T, Honda E, Sasaki T, Taira M, Iriki A, Kuroda T OK. Chewing-side preference is involved in differential cortical activation patterns during tongue movements after bilateral gum-chewing: a functional magnetic resonance imaging study. *J Dent Res.* 2004;83(10):762–6.
66. Felício CM De, Melchior MDO, Antônio M, Rodrigues M, Maria R. Masticatory performance in adults related to temporomandibular disorder and dental occlusion. *Pró-Fono Rev Atualização Científica, Barueri.* 2007;19(2):151–158.
67. Minato A, Ono T, Miyamoto JJ, Honda E. Preferred chewing side-dependent two-point discrimination and cortical activation pattern of tactile tongue sensation. *Behav Brain Res.* 2009;203(1):118–26.
68. Stohler C. A comparative electromyographic and kinesigraphic study of deliberate and habitual mastication in man. *Arch Oral Biol.* 1986;31(10):669–78.
69. Hennequin M, Allison PJ, Veyrune JL, Faye M, Peyron M. Clinical evaluation of mastication: validation of video versus electromyography. *Clin Nutr.* 2005;24(2):314–20.
70. Mioche L, Bourdiol P, Martin J, Noël Y. Variations in human masseter and temporalis muscle activity related to food texture during free and side- imposed mastication. *Arch Oral Biol.* 1999;44(12):1005–12.
71. Dooland K V, Townsend GC, Kaidonis JA. Prevalence and side preference for tooth grinding in twins. *Aust Dent J.* 2006;51(3):219–24.
72. Egermark-Eriksson I, Carlsson GE, Magnusson T. A long-term epidemiologic study of the relationship between occlusal factors and mandibular dysfunction in children and adolescents. *J Dent Res.* 1987;66(1):67–71.

73. Henrikson T, Ekberg EC NN. Masticatory efficiency and ability in relation to occlusion and mandibular dysfunction in girls. *J Prosthodont*. 1998;11(2):125–32.
74. Andrade ADS, Gameiro GH, Derossi M, Gavião MBD. Posterior crossbite and functional changes. A systematic review. *Angle Orthod*. 2009;79(2):380–6.
75. Cardno N, Kapur D. Measuring pain. *BJA CEPD Rev*. 2002;2(1):7–10.
76. Andrade ADS, Gavião MBD, Gameiro GH, De Rossi M. Characteristics of masticatory muscles in children with unilateral posterior crossbite. *Braz Oral Res*. 2010;24(2):204–10.
77. Wictorin L, Hedegard B LM. Cineradiographic studies of bolus position during chewing. *J Prosthet Dent*. 1971;26(3):236–46.
78. Kurachi, M., Ishigami, H., Yokoyama, Y. & Yamada S. Expression of Lateralized Mastication Index. *J Japan Prosthodont Soc*. 1992;36:1026.
79. Mioche L, Bourdiol P, Monier S, Cormier D. Changes in jaw muscles activity with age: effects on food bolus properties. *Physiol Behav*. 2004;82(4):621–627.
80. Häggman-Henrikson B, Eriksson P-O. Head movements during chewing: relation to size and texture of bolus. *J Dent Res*. 2004;83(11):864–8.
81. Shiga H, Kobayashi Y, Arakawa I, Shonai Y. Selection of food and chewing side for evaluating masticatory path stability. *Odontology*. 2003;91(1):26–30.
82. Wintergerst AM, Throckmorton GS, Buschang PH. Effects of bolus size and hardness on within-subject variability of chewing cycle kinematics. *Arch Oral Biol*. 2008;53(4):369–375.
83. Bates JF, Stafford GD HA. Masticatory function-a review of the literature. III. Masticatory performance and efficiency. *J Oral Rehabil*. 1976;3(1):57–67.
84. Edlund J LC. Masticatory efficiency. *J Oral Rehabil*. 1980;7(2):123–30.
85. Albert TE, Buschang PH, Throckmorton GS. Masticatory performance: a protocol for standardized production of an artificial test food. *J Oral Rehabil*. 2003;30(7):720–722.
86. Lucas PW LD. Methods for analysing the breakdown of food in human mastication. *Arch Oral Biol*. 1983;28(9):813–9.
87. Engelen L, van der Bilt A BF. Relationship between Oral Sensitivity and Masticatory Performance. *J Dent Res*. 2004;83(5):388–392.
88. Buschang PH, Throckmorton GS TK. The effects of bolus size and chewing rate on masticatory performance with artificial test foods. *J Oral Rehabil*. 1997;24(7):522–6.
89. Mowlana F HR. Assessment of masticatory efficiency: new methods appropriate for clinical research in dental practice. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 1993;1(3):121–5.

90. J C. Coefficient of agreement for nominal scales. *Educ Psychol Meas.* 1960;20:37–46.
91. Buschang PH, Throckmorton GS, Travers KH, Johnson G. The effects of bolus size and chewing rate on masticatory performance with artificial test foods. *J Oral Rehabil.* 1997;24(7):522–6.
92. Yamashita S, Hatch JP, Rugh JD, Antonio S. Review Does chewing performance depend upon a specific masticatory pattern?. *J Oral Rehabil.* 1999;26(7):547–553.
93. Fontijn-Tekamp FA, Slagter AP, Van Der Bilt A, Van 'T Hof MA, Witter DJ K, W JJ. Biting and Chewing in Overdentures, Full Dentures, and Natural Dentitions. *J Dent Res.* 2000;79(7):1519–1524.
94. Yurkstas A MR. Value of different test foods in estimating masticatory ability. *J Appl Physiol.* 1950;3(1):45–53.
95. Manly RS BL. Masticatory performance and efficiency. *J Dent Res.* 1950;29(4):448–62.
96. Chauncey HH, Muench ME, Kapur KK WA. The effect of the loss of teeth on diet and nutrition. *Int Dent J.* 1984;34(2):98–104.
97. Demers M, Bourdages J, Brodeur JM BM. Indicators of masticatory performance among elderly complete denture wearers. *J Prosthet Dent.* 1996;75(2):188–193.
98. Yamashita S, Sakai S, Hatch JP RJ. Relationship between oral function and occlusal support in denture wearers. *J Oral Rehabil.* 2000;27(10):881–6.
99. Hatch JP, Shinkai RS, Sakai S, Rugh JD, Paunovich ED. Determinants of masticatory performance in dentate adults. *Arch Oral Biol.* 2001;46(7):641–8.
100. Olthoff LW, van der Bilt A, Bosman F KH. Distribution of particle sizes in food comminuted by human mastication. *Arch Oral Biol.* 1984;29(11):899–903.
101. Slagter AP, Bosman F van der BA. Comminution of two artificial test foods by dentate and edentulous subjects. *J Oral Rehabil.* 1993;20(2):159–76.
102. Van der Bilt A, Abbink JH, Mowlana F HM. A comparison between data analysis methods concerning particle size distributions obtained by mastication in man. *Arch Oral Biol.* 1993;38(2):163–7.
103. Geertman ME, Slagter a P, van Waas M a, Kalk W. Comminution of food with mandibular implant-retained overdentures. *J Dent Res.* 1994;73(12):1858–64.
104. Toro A, Buschang PH, Throckmorton G, Roldán S. Masticatory performance in children and adolescents with Class I and II malocclusions. *Eur J Orthod.* 2006;28(2):112–9.
105. Van der Bilt A F-TF. Comparison of single and multiple sieve methods for the determination of masticatory performance. *Arch Oral Biol.* 2004;49(3):193–8.
106. JR. L. The influence of occlusal contact area on chewing performance. *J Prosthet Dent. J Prosthet Dent.* 1965;15:444–50.

107. MT. J. Analysis of particles produced at the end of mastication in subjects with normal dentition. *J Oral Rehabil.* 1981;8(2):113–9.
108. Miyaura K, Matsuka Y, Morita M, Yamashita A, Watanabe T. Comparison of biting forces in different age and sex groups : a study of biting efficiency with mobile and non-mobile teeth. *J Oral Rehabil.* 1999;26(3):223–7.
109. Sato S, Ohta M, Sawatari M, Kawamura H, Motegi K. Occlusal contact area , occlusal pressure , bite force , and masticatory efficiency in patients with anterior disc displacement of the temporomandibular joint. *J Oral Rehabil.* 1999;26(11):906–11.
110. Owens S, Buschang PH, Throckmorton GS, Palmer L. Masticatory performance and areas of occlusal contact and near contact in subjects with normal occlusion and malocclusion. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2002;121(6):602–9.
111. Peroz I, Tai S. Masticatory performance in patients with anterior disk displacement without reduction in comparison with symptom-free volunteers. *Eur J Oral Sci.* 2002;110(5):341–4.
112. Ikebe K, Furuya-yoshinaka M. Association of Masticatory Performance with Age , Posterior Occlusal Contacts , Occlusal Force , and Salivary Flow in. *Int J Prosthodont.* 2006;19(5):475–81.
113. Mar Lujan-Climent, Jordi Martinez- Gomis, Sara Palau, Raul Ayuso- Montero, Juan Salsench MP. Influence of static and dynamic occlusal characteristics and muscle force on masticatory performance in dentate adults. *Eur J Oral Sci.* 2008;(17):229–236.
114. Lepley CR, Throckmorton GS, Ceen RF, Buschang PH. Relative contributions of occlusion, maximum bite force, and chewing cycle kinematics to masticatory performance. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2011;139(5):606–613.
115. Okiyama S, Ikebe K, Nokubi T. Association between masticatory performance and maximal occlusal force in young men. *J Oral Rehabil.* 2003;30(3):278–82.
116. Maki K, Nishioka T, Morimoto A, Naito M, Kimura M. A study on the measurement of occlusal force and masticatory efficiency in school age Japanese children. *Int J Paediatr Dent.* 2001;11(4):281–5.
117. RS M. Factors affecting masticatory performance and efficiency among young adults. *J Den Res.* 1951;30(6):874–82.
118. Akeel R, Nilner M NK. Masticatory efficiency in individuals with natural dentition. *Swed Dent J.* 1992;16(5):191–8.
119. Tumrasvin W, Fueki K OT. Factors associated with masticatory performance in unilateral distal extension removable partial denture patients. *J Prosthodont.* 2006;15(1):25–31.
120. Fontijn-Tekamp F a, Slagter AP, Van der Bilt A, Van't Hof M a, Kalk W, Jansen J a. Swallowing thresholds of mandibular implant-retained overdentures with variable portion sizes. *Clin Oral Implants Res.* 2004;15(3):375–80.

121. Boretti G, Bickel M GA. A review of masticatory ability and efficiency. *J Prosthet Dent.* 1995;74(4):400–3.
122. Helkimo E, Carlsson GE, Helkimo M. Bite force and state of dentition. *Acta Odontol Scand.* 1977;35(6):297–303.
123. Sierpińska T, Gołębiowska M, Jw D. The relationship between masticatory efficiency and the state of dentition at patients with non rehabilitated partial lost of teeth. *Adv Med Sci.* 2006;51(Suppl 1):196–9.
124. Molligoda MA, Berry DC GP. Measuring diurnal variations in occlusal contact area. *J Prosthet Dent.* 1986;56:487–92.
125. Helkimo E, Carlsson GE HM. Bite force and state of dentition. *Acta Odontol Scand.* 1977;35(6):297–303.
126. Ueda T, Sakurai K, Sugiyama T. Individual difference in the number of chewing strokes and its determinant factors. *J Oral Rehabil.* 2006;33(2):85–93.
127. Gonzalez Y, Iwasaki LR, McCall WD, Ohrbach R, Lozier E, Nickel JC. Reliability of electromyographic activity vs. bite-force from human masticatory muscles. *Eur J Oral Sci.* 2011;119(3):219–24.
128. Jokstad A, Orstavik J RT. A definition of prosthetic dentistry. *Int J Prosthodont.* 1998;11(4):295–301.
129. Salsench J, Martínez-Gomis J, Torrent J, Bizar J, Samsó J PM. Relationship between duration of unilateral masticatory cycles and the type of lateral dental guidance: a preliminary study. *Int J Prosthodont.* 2005;18(4):339–346.
130. Slaghter AP, Olthoff LW, Bosman F SW. Masticatory ability, denture quality and oral conditions in edentulous subjects. *J Prosthet Dent.* 1992;68(2):299–307.
131. Van der Bilt A F-TF. Comparison of single and multiple sieve methods for the determination of masticatory performance. *Arch Oral Biol.* 2004;49(3):193–8.



# ANEXOS





# Anexo I

## CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título del estudio: Comparación de diferentes métodos para determinar el lado de preferencia masticatorio usando un análisis factorial confirmatorio.

Yo, \_\_\_\_\_

He leído la hoja de información que se me ha dado.

He podido hacer preguntas sobre el estudio.

He recibido la suficiente información sobre el estudio.

He hablado con Elan Ignacio Flores Orozco como investigador, con el número de teléfono 654454479 por si quiero contactar con él.

Entiendo que mi participación es voluntaria

Entiendo que me puedo retirar del estudio

Cuando quiera

Sin tener que dar explicaciones

Sin ninguna repercusión

Doy mi conformidad para participar en este estudio

Fecha \_\_\_\_\_ Firma del participante \_\_\_\_\_

Nombre y firma del investigador \_\_\_\_\_

# HOJA DE INFORMACIÓN

Hoja de información para el participante del estudio " Comparación de diferentes métodos para determinar el lado de preferencia masticatorio usando un análisis factorial confirmatorio".

El objetivo principal del estudio es evaluar los diferentes métodos que se utilizan para determinar el lado de preferencia masticatorio. Conocer la repetibilidad y validez de estos métodos y compararlos con el factor de correlación de lateralidad que se obtendrá por medio del análisis factorial confirmatorio.

El estudio consistirá de 2 sesiones:

1. Actividad Electromiográfica: se colocarán 5 electrodos de superficie (4 en temporales anteriores y uno en la frente), mediante un electromiógrafo, se medirá la actividad muscular durante la masticación de pastillas de silicona, 20 ciclos por ensayo. En total se realizarán 4 pruebas masticatorias de 5 ensayos cada una. Las pruebas masticatorias serán registradas en vídeo y las imágenes sólo se utilizarán para los fines de este estudio.
2. Dinámica mandibular: Mediante el aparato ArcusDigma II (la parte superior irá sujeta al cráneo y el inferior en la parte vestibular de los dientes inferiores) se registrará el movimiento de la mandíbula durante 3 pruebas masticatorias de 5 ensayos cada una. Cada ensayo corresponde a masticar 20 veces las pastillas de silicona.

La duración para cada sesión del estudio y para cada participante será entre 30 y 40 minutos.

La participación en este estudio es completamente voluntaria y el participante podrá retirarse del estudio en cualquier momento. Sólo los investigadores de este estudio tendrán acceso a los datos del voluntario. Los investigadores contestarán las dudas y preguntas que haga el participante.

## Anexo II

### HOJA DE RECOGIDA DE DATOS

#### ANAMNESIS

NOM:

COGNOMS :

DATA :

EXAMINADOR:

DATA DE NAIXEMENT:

SEXE : Home (1)  Dona (0)

TELÈFON :

E-MAIL:

CODI ASSIGNAT:

#### QUESTIONARI

Tens preferència per un costat quan mastegues un menjar dur/tou/xiclet?

	Derecha (+1)	Izquierda (-1)	Simultaneo (0)	Alternado (0)	No lo sabe (-)	VAS (-1 a +1)
Alimento Duro						
Alimento Blando						
Chicle						

#### LPM (V.DIRECTA)

	Temps	Cicles dreta	Cicles Esquerra	Cicles Centrats
1. Obert lliure				
2. Tancat lliure				
3. Tancat lliure				
4. Obert lliure				
5. Obert lliure				
6. Tancat lliure				
7. Tancat lliure				
8. Obert lliure				
9. Obert lliure				
10. Tancat lliure				

## MASTICACIÓN UNILATERAL

	temps
1. Unilateral dret	
2. Unilateral esquerra	
3. Unilateral esquerra	
4. Unilateral dret	
5. Unilateral dret	
6. Unilateral esquerra	
7. Unilateral esquerra	
8. Unilateral dret	
9. Unilateral dret	
10. Unilateral esquerra	

## MPS SESION 1

PROVA	DIAM TAMIS	PES INICIAL	PES FINAL
<b>MASTIC. FREE "BA"</b>	5,6		
	4		
	3,15		
	2,8		
	2		
	0,85		
	0,43		
	0,25		
	0		
<b>MASTIC. FREE "BC"</b>	5,6		
	4		
	3,15		
	2,8		
	2		
	0,85		
	0,43		
	0,25		
	0		

## MPS SESION 1

PROVA	DIAM TAMIS	PES INICIAL	PES FINAL
<b>MASTICACION UNILATERAL DERECHA</b>	5,6		
	4		
	3,15		
	2,8		
	2		
	0,85		
	0,43		
	0,25		
	0		
<b>MASTICACION UNILATERAL IZQUIERDA</b>	5,6		
	4		
	3,15		
	2,8		
	2		
	0,85		
	0,43		
	0,25		
	0		

## MPS SESION 2

<b>PROVA</b>	<b>DIAM TAMIS</b>	<b>PES INICIAL</b>	<b>PES FINAL</b>
<b>MASTICION Free Bc</b>	5,6		
	4		
	3,15		
	2,8		
	2		
	0,85		
	0,43		
<b>MASTICACION UNILATERAL DERECHA</b>	5,6		
	4		
	3,15		
	2,8		
	2		
	0,85		
	0,43		
	0,25		
	0		
<b>MASTICACION UNILATERAL IZQUIERDA</b>	5,6		
	4		
	3,15		
	2,8		
	2		
	0,85		
	0,43		
	0,25		
	0		

## Anexo III

### PRUEBA KOLMOGOROV-SMIRNOF

#### Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
1	La distribución de @01M1 es normal con la media 0,286 y la desviación típica 0,67.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,060	Retener la hipótesis nula.
2	La distribución de @02M2 es normal con la media 0,076 y la desviación típica 0,29.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,331	Retener la hipótesis nula.
3	La distribución de @03M3vBa es normal con la media 0,314 y la desviación típica 0,74.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,024	Rechazar la hipótesis nula.
4	La distribución de @04M3vBc es normal con la media 0,360 y la desviación típica 0,75.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,003	Rechazar la hipótesis nula.
5	La distribución de @05M3KBc es normal con la media 0,336 y la desviación típica 0,64.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,022	Rechazar la hipótesis nula.
6	La distribución de @06M4dBa es normal con la media 0,134 y la desviación típica 0,45.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,754	Retener la hipótesis nula.
7	La distribución de @07M4dBc es normal con la media 0,159 y la desviación típica 0,48.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,953	Retener la hipótesis nula.
8	La distribución de @08M4vBa es normal con la media 0,141 y la desviación típica 0,47.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,905	Retener la hipótesis nula.
9	La distribución de @09M4vBc es normal con la media 0,158 y la desviación típica 0,49.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,954	Retener la hipótesis nula.
10	La distribución de @10M4KBc es normal con la media 0,209 y la desviación típica 0,45.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,573	Retener la hipótesis nula.
11	La distribución de @11M5dBa es normal con la media 0,143 y la desviación típica 0,68.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,096	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.



## PRUEBA KOLMOGOROV-SMIRNOF (CONTINUACIÓN)

**Resumen de prueba de hipótesis**

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
12	La distribución de @12M5dBc es normal con la media 0,305 y la desviación típica 0,70.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,195	Retener la hipótesis nula.
13	La distribución de @13M5vBa es normal con la media 0,149 y la desviación típica 0,65.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,419	Retener la hipótesis nula.
14	La distribución de @14M5vBc es normal con la media 0,311 y la desviación típica 0,69.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,095	Retener la hipótesis nula.
15	La distribución de @15M5KBc es normal con la media 0,262 y la desviación típica 0,59.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,314	Retener la hipótesis nula.
16	La distribución de @16M6la es normal con la media 0,163 y la desviación típica 0,39.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,669	Retener la hipótesis nula.
17	La distribución de @17M6lo es normal con la media 0,162 y la desviación típica 0,36.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,700	Retener la hipótesis nula.
18	La distribución de @18M7rba es normal con la media 0,011 y la desviación típica 0,23.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,076	Retener la hipótesis nula.
19	La distribución de @19M7iba es normal con la media -0,118 y la desviación típica 0,68.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,069	Retener la hipótesis nula.
20	La distribución de @20M7cba es normal con la media 0,035 y la desviación típica 0,17.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,180	Retener la hipótesis nula.
21	La distribución de @21M7tba es normal con la media -0,024 y la desviación típica 0,28.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,153	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

## PRUEBA KOLMOGOROV-SMIRNOF (CONTINUACIÓN)

### Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Test	Sig.	Decisión
22	La distribución de @22M7rbc es normal con la media 0,007 y la desviación típica 0,20.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,432	Retener la hipótesis nula.
23	La distribución de @23M7rbc es normal con la media -0,054 y la desviación típica 0,61.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,091	Retener la hipótesis nula.
24	La distribución de @24M7cbc es normal con la media 0,024 y la desviación típica 0,18.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,418	Retener la hipótesis nula.
25	La distribución de @25M7tbc es normal con la media -0,008 y la desviación típica 0,26.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,588	Retener la hipótesis nula.
26	La distribución de @26M8h es normal con la media 0,452 y la desviación típica 0,77.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,000	Rechazar la hipótesis nula.
27	La distribución de @27M8s es normal con la media 0,071 y la desviación típica 0,51.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,000	Rechazar la hipótesis nula.
28	La distribución de @28M8g es normal con la media 0,405 y la desviación típica 0,73.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,000	Rechazar la hipótesis nula.
29	La distribución de @29M8Vo es normal con la media 0,275 y la desviación típica 0,41.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,361	Retener la hipótesis nula.
30	La distribución de @30M8Vf es normal con la media 0,227 y la desviación típica 0,48.	Prueba Kolmogorov-Smirnov de una muestra	,397	Retener la hipótesis nula.

Se muestran las significancias asintóticas. El nivel de significancia es ,05.

# Anexo IV

## Diagramas de dispersión Test vs Retest

