



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Relació entre l'elecció del costat de preferència masticatori i diverses asimetries perifèriques, funcionals i posturals

Bernat Rovira Lastra

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) i a través del Dipòsit Digital de la UB (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) y a través del Repositorio Digital de la UB (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) service and by the UB Digital Repository (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



RELACIÓ ENTRE L'ELECCIÓ DEL COSTAT DE PREFERÈNCIA MASTICATORI I DIVERSES ASIMETRIES PERIFÈRIQUES, FUNCIONALS I POSTURALS

Tesi presentada per
Bernat Rovira Lastra

Per a obtenir el títol de doctor per la Universitat de Barcelona

Dirigida per:
Jordi Martínez Gomis

Programa de Doctorat de Medicina
Facultat de Medicina
Universitat de Barcelona
2015



Health Universitat de
Barcelona
Campus



Barcelona
Knowledge
Campus

Als meus pares Jordi i Maria del Rosario per el seu enorme suport,
amor incondicional i per la motivació constant que m'han permès
arribar on sóc.

AGRAÏMENTS

Aquesta tesi doctoral no hauria estat possible sense el recolzament, l'ajut i esforç de moltes persones. No voldria perdre l'oportunitat d'agrair-los el suport i la dedicació, ja que aquesta tesi és també en part, seva.

En primer lloc, voldria agrair i reconèixer el recolzament de la meva família, els meus pares Jordi i Maria del Rosario i als meus germans Pau i Maria. També voldria tenir un reconeixement molt especial per a la meva parella, la Cristina, per recolzar-me en els moments difícils i ajudar-me a arribar a bon port. Sense tots ells, aquesta tesi doctoral no hauria estat possible.

Voldria destacar de manera molt especial al meu director de tesi, el Dr. Jordi Martínez Gomis. El seu enorme esforç, constància, passió per la feina ben feta i proximitat han fet possible, més que qualsevol altre persona, aquesta tesi doctoral. Sense ell, res no hauria estat possible.

Aquesta tesi doctoral va ser realitzada amb l'ajut inestimable del meu company i amic el Dr. Elan Ignacio Flores Orozco. La seva implicació, motivació i constància van ser claus per a aconseguir els nostres objectius.

Voldria tenir un reconeixement molt especial per al Dr. Joan Salsench Cabré i per a la Dra. Maria Peraire Ardèvol, per els seus consells i ensenyances al llarg de la meva vida acadèmica i docent, així com per la seva dedicació i col·laboració en l'estudi. També voldria tenir una menció especial per als doctors Eva Willaert i Raúl Ayuso per el seu ajut i consell.

Finalment voldria agrair a la Comissió de Política Científica de la Facultat d'Odontologia i al Departament d'Odontostomatologia per el seu recolzament econòmic que ha permès la realització de l'estudi.

Índex:

1.	Introducció	15
1.1	Factors relacionats amb el costat de preferència masticatori	15
1.1.1	Factors perifèrics	15
1.1.2	Factors centrals	23
1.2	Prevalença	25
1.3	Mètode de determinació del costat de preferència masticatori	30
1.3.1	Tècnica	30
1.3.2	Nombre i classificació de cicles estudiats	31
1.3.3	Menjar test	32
2.	Justificació	37
3.	Objectius	41
4.	Hipòtesi	45
5.	Material i Mètodes	49
5.1	Disseny de l'estudi i població	49
5.2	Fase 1	50
5.2.1	Asimetries perifèriques	50
5.2.2	Lateralitats funcionals	66
5.2.3	Lateralitats posturals	68
5.2.4	Lateralitats estructurals	68
5.2.5	Determinació del costat de preferència masticatori	69
5.3	Fase 2	71
5.3.1	Asimetries perifèriques	71
5.3.2	Lateralitats funcionals	71
5.3.3	Lateralitats posturals	71
5.3.4	Lateralitats estructurals	72
5.3.5	Determinació del CPM	72
5.4	Anàlisi de les dades	72
6.	Resultats	77
7.	Discussió	85
8.	Conclusions	101
9.	Bibliografia	105
10.	Annexes	119

RESUM:

S'han descrit molts factors que poden influir en l'asimetria lateral masticatòria i en l'elecció del costat de preferència masticatori. Aquests factors es poden classificar en perifèrics i centrals, i no existeix un consens sobre quin dels dos grups hi exerceix una major influència. Dels factors perifèrics cal destacar l'asimetria en l'oclusió dentària, en la força mandibular i en el rendiment masticatori. Els factors centrals més estudiats són les lateralitats funcionals (preferència per la mà, peu, vista i oïda). Existeixen també factors posturals que s'han relacionat amb els funcionals, però que actualment cap estudi ha intentat relacionar-los amb el costat de preferència masticatori. Tampoc existeix un acord en la determinació de la prevalença de l'asimetria lateral masticatòria i el costat de preferència masticatori. Els mètodes que presenten més validesa per a la determinació del costat de preferència masticatori són l'anàlisi del primer cicle, l'índex d'asimetria i l'escala visual analògica.

Objectius: en una població adulta amb dentició natural, conèixer la intensitat de la relació entre diverses asimetries perifèriques, funcionals i posturals i el costat de preferència masticatòria, determinar el percentatge d'individus que presenten una asimetria lateral masticatòria i conèixer si hi ha més individus que masteguen més pel costat dret que amb l'esquerre. A part, conèixer si la relació dels factors perifèrics, funcionals i posturals amb el costat de preferència masticatori depèn del mètode utilitzat.

Material i Mètodes: es va realitzar un estudi observacional i transversal en una població adulta amb dentició natural vinculats a la Facultat d'Odontologia de la Universitat de Barcelona, dividit en 2 fases. La primera fase (n=42) va servir per a validar el mètode i com a estudi de caire exploratori. La segona fase (n=104) es va dissenyar d'acord amb els resultats de la primera fase, i va tenir com a objectiu relacionar els ja esmentats factors amb el costat de preferència masticatori. Es van determinar les lateralitats funcionals (mà, peu, vista o oïda), posturals (creuar dits, cames i braços) i les lateralitats estructurals (posició i direcció del remolí del cabell), a part de la determinació de les asimetries perifèriques (oclusió estàtica, força màxima mandibular i rendiment masticatori) i determinació del costat de preferència masticatori. L'encaix de les dades

en una distribució normal va ser provada mitjançant el test de Kolmogorov-Smirnov. Es va confeccionar una anàlisi de regressió múltiple lineal amb un nivell d'inclusió de 0,05 per a examinar si les variables estudiades podrien significativament contribuir a explicar el costat de preferència masticatori determinat per a cada mètode. La diferència entre costats en relació al rendiment masticatori es va calcular com la diferència absoluta entre el median particle size obtingut mastegant unilateralment per la dreta i el median particle size obtingut mastegant exclusivament per l'esquerra.

Resultats: L'anàlisi de regressió múltiple mostra que el costat de preferència masticatori determinat mitjançant Índex d'Asimetria està significativament relacionat amb l'asimetria en la força muscular i el rendiment masticatori, i aquests dos factors expliquen un 16% de la variació en el costat de preferència masticatori. El costat de preferència masticatori determinat mitjançant l'escala visual analògica està significativament relacionat amb la lateralitat de la oïda, l'asimetria en la força muscular i amb l'asimetria en la lateralitat postural de creuar les cames. Aquests dos factors expliquen un 12% de la variació en el costat de preferència masticatori.

Conclusions: Tot i que algunes asimetries laterals i posturals semblen estar relacionades amb el costat de preferència masticatori, els factors perifèrics com l'asimetria de força muscular i l'asimetria en el rendiment masticatori són els que hi estan íntimament més relacionats. La majoria de subjectes van presentar una asimetria lateral masticatòria essent el costat dret el més utilitzat, independentment del mètode de determinació del costat de preferència masticatori.

ABREVIATURES

ALM	Asimetria Lateral Masticatòria
CPM	Costat de Preferència Masticatori
PIM	Posició d'Intercuspidació Màxima
MVC	Maximal Voluntary Contraction o Màxima Contracció Voluntària
RM	Rendiment Masticatori
SNC	Sistema Nerviós Central
EMG	Electromiografia
DCM	Disfunció Craniomandibular
EVA	Escala Visual Analògica
SD	Desviació Estàndard
ICC	Intraclass Correlation Coefficient o Coeficient de Correlació Intraclasse
MPS	Median Particle Size

INTRODUCCIÓ

1. Introducció:

Un dels principals objectius del tractament prostodòntic rehabilitador és restaurar o millorar la funció masticatòria. Aquesta és una de les funcions bàsiques del sistema estomatognàtic, i influeix en la ingesta nutricional i la salut general a través dels hàbits dietètics.¹⁻³

Tot i que la mastiació es pot produir de forma bilateral, sembla que la majoria de la gent mastega més per un costat en concret.⁴⁻⁶ Es creu que mastegar estrictament de manera unilateral podria tenir efectes traumàtics en les estructures del sistema estomatognàtic,^{4,7} mentre que mastegar de manera bilateral podria reportar certs avantatges com millorar la lubricació mitjançant la saliva, obtenir una major capacitat gustatòria i una millora de l'eficiència masticatòria.⁸

Les persones que tendeixen a mastegar per un costat presenten una asimetria lateral masticatòria (ALM), i aquest costat pel que prefereixen mastegar, ja sigui el dret o esquerra, és el costat de preferència masticatori (CPM).^{4,9-11}

La restauració de les dents absents del CPM milloraria el rendiment masticatori.¹² Tot i així, es desconeix si la restauració de dents absents en el costat de no preferència masticatori milloraria el rendiment masticatori. Per tant, quan es planteja un tractament rehabilitador amb pròtesi dental, cal tenir en compte si el subjecte presenta un costat de preferència masticatori per a poder estimar quin benefici se'n podria obtenir.

1.1 Factors relacionats amb el costat de preferència masticatori:

S'han descrit nombrosos factors que poden influir en l'elecció del costat de preferència masticatori. Aquests factors es poden classificar en factors perifèrics i centrals.

1.1.1 Factors perifèrics:

Malgrat que alguns autors coincideixen en que són els factors perifèrics els que estan més relacionats amb el CPM,¹³⁻¹⁵ no hi ha consens sobre quins factors estan més intensament relacionats. Els factors perifèrics que més s'han estudiat són l'asimetria de l'oclusió,^{9,11,12,14,16,17} l'asimetria de la força màxima mandibular,^{14,18,19} el costat més

eficient o el nombre de cicles per completar la mastiació,^{12,20} l'asimetria en el patró de la mandíbula en moviments vorejants o durant la mastiació,^{16,20,21} dolor i/o disfunció temporomandibular unilateral^{7,9,14,22-24} i tipus de pròtesis dentals.^{6,9}

1.1.1.1 Oclusió

Els factors perifèrics oclusals són aquells on intervé la oclusió, ja sigui estàtica^{9,12,14,15,25-32} o dinàmica.^{9,13,14}

1.1.1.1.1 Asimetria en l'oclusió estàtica

S'han estudiat diverses característiques de l'oclusió estàtica, és a dir, en una posició mandibular de màxima intercuspidació. L'asimetria de l'àrea de contacte oclusal en màxima intercuspidació està positivament relacionat amb el CPM. D'aquesta manera, els subjectes que presenten l'esquerra com a CPM presenten més àrea de contacte al costat esquerra en comparació al dret.¹⁴ En un estudi realitzat amb 4086 individus, es va observar que el costat que presenta més dents en oclusió a nivell posterior (molars i premolars) és el costat que més s'utilitza per a mastegar.⁹

L'asimetria de l'àrea de contacte oclusal està relacionada amb el CPM quan el subjecte tanca la boca en màxima intercuspidació amb el 30 i 60% de la contracció màxima voluntària (MVC), però no quan el subjecte tanca amb un 100% de la força màxima.²⁵ En un altre estudi, Takahashi²⁶ classifica els subjectes dentats en aquells que presenten una alta reproductibilitat en el CPM i els que no. Els subjectes que presenten una alta reproductibilitat en el CPM, l'àrea de contacte oclusal del CPM respecte a l'altre és significativament major. En aquests subjectes, el centre de l'equilibri oclusal (distribució de la força oclusal en funció de l'àrea funcional) tendeix a desplaçar-se cap al CPM. En canvi, per als subjectes dentats amb una baixa reproductibilitat en el CPM, així com els subjectes portadors de pròtesi complerta, no existeixen diferències significatives entre les àrees oclusals dels dos costats. En aquests subjectes, el centre d'equilibri oclusal tendeix a posicionar-se al centre, essent més difícil la determinació del CPM en aquests subjectes.

Diversos autors han estudiat la relació entre el desgast dentari i el CPM^{12,27,28} amb resultats contradictoris. Per una banda, Meng i col·laboradors²⁷ van determinar el desgast dental en pacients de clínica dental mitjançant un índex qualitatiu, l'Índex de

Smith i Knight, i el CPM es va obtenir mitjançant un qüestionari als subjectes. Aquest estudi conclou que el desgast dental està significativament relacionat amb el CPM. Per altra banda, Hoogmartens i col·laboradors²⁸ en un estudi realitzat en pacients joves i sans utilitzen un índex numèric per a descriure el desgast dental, a part dels parells de contacte oclusal i les càries. Aquest estudi determina el CPM valorant només el primer cicle masticatori, i conclou que no existeix relació entre el CPM i el desgast dental. El tercer estudi¹² analitza les zones funcionals (de desgast) en models de guix de subjectes joves, sans i dentats, marcant-les amb llapis blau, i posteriorment digitalitzant-ne la imatge mitjançant una fotografia, obtenint així la superfície de les zones de contacte. Aquest estudi analitza el CMP en els subjectes amb diversos tipus de menjar mitjançant l'activitat electromiogràfica de la musculatura masticatòria. Aquest estudi conclou que existeix una correlació negativa entre la proporció de desgast funcional entre dreta i esquerra i la proporció de cicles mastegats per la dreta i l'esquerra. Segons Bourdiol,¹² això significa que hi ha una tendència a mastegar menys per aquell costat en el qual es presenten superfícies funcionals majors, especialment si es tracta de menjars de consistència dura amb un alt mòdul d'elasticitat. Segons l'autor, el 45% dels subjectes no presenta diferències a nivell de desgast funcional entre els dos costats. El 55% si que en mostra, dels quals un 29% presenten més superfície funcional a la dreta i un 26% a l'esquerra. Les discrepàncies en els resultats d'aquests tres estudis^{12,27,28} es deuen, probablement, als diferents tipus de mètodes per a determinar el desgast dental, a les diferents tècniques utilitzades per a determinar el CPM i a la població estudiada. Mentre que dos estudis^{27,28} opten per a determinar el desgast dental mitjançant índex qualitatiu, l'altre estudi¹² opta per a la digitalització de la imatge, obtenint l'àrea de la superfície de desgast. Per a determinar el CPM, un estudi va utilitzar un qüestionari²⁷ Un altre estudi va determinar el CPM mitjançant la visió directa del primer cicle masticatori,²⁸ i l'altre va utilitzar l'activitat electromiogràfica de la musculatura masticatòria.¹² Les diferències entre les poblacions estudiades també podrien explicar les discrepàncies en els resultats. Dos estudis es van dur a terme amb subjectes voluntaris joves, sans i dentats,^{12,28} l'altre estudi va emprar pacients que van acudir a la clínica odontològica.²⁷

Altres autors, al contrari, no troben una correlació entre l'àrea de contacte oclusal d'un costat i el CPM del mateix costat, afirmant que l'àrea de contacte oclusal

no sembla ser un determinant del CPM.^{15,29,32} En un d'aquests estudis,¹⁵ l'àrea de contacte oclusal es va determinar mitjançant la transparència de registres de cera sotmesos a transil·luminació. Es considera contacte oclusal un gruix de cera menor de 0,2mm (contacte intens) o d'entre 0,2 i 0,45mm (contacte suau). Tot i això, reconeix que el fet que un subjecte pugui realitzar diferents forces durant el tancament pot influir en l'àrea de contacte oclusal, modificant els registres i en conseqüència, els resultats obtinguts.

Un altre estudi²⁹ reafirma que no existeix relació entre els paràmetres oclusals exploratoris i el CPM. Tot i així, en aquest estudi s'utilitza un índex numèric per a la determinació de la superfície de contacte oclusal, limitació que admet el propi autor. Per la seva banda, altres autors arriben a la conclusió mitjançant una exploració oclusal que les dents posteriors sense oclusió (mossegada oberta lateral) no estan relacionades amb el CPM.^{9,13} La mossegada creuada, ja sigui uni o bilateral sembla no tenir relació amb el CPM.^{9,13,14,16,17,33} Un altre factor estudiat és la pèrdua de dents. Alguns autors³⁴ afirmen que en perdre una dent es perd rendiment masticatori, i el subjecte pot canviar els seus hàbits en conseqüència. Recolzant aquesta teoria, un estudi,⁹ conclou que tot i restablir la funció masticatòria de dents perdudes, no totes les restauracions condueixen al pacient a una mastiació bilateral. En contraposició, un altre estudi⁶ afirma que no hi ha diferències entre grups de pacients dentats i parcialment edèntuls en la distribució del CPM.

1.1.1.1.2. Asimetria en l'oclusió dinàmica

La oclusió dinàmica també ha sigut objecte d'estudi en relació al CPM. En el seu estudi, Pond¹³ afirma que les interferències en treball i balanceig no interfereixen en l'elecció del CPM. Per altra banda un altre autor⁹ va trobar una relació entre el nombre de contactes oclusals en no treball i el costat amb el que es mastega amb més freqüència. Cal esmentar que aquests dos estudis tan sols observaven els contactes oclusals mitjançant paper d'articular, per tant no obtenien informació sobre l'àrea de contacte dels ja esmentats contactes. Per altra banda, un altre autor¹⁴ va estudiar la relació entre el tipus d'oclusió dinàmica a 1,5 mil·límetres de lateralitat (disoclusió anterior, guia

canina, funció de grup o indeterminat) i el CPM, no trobant relació entre els dos components. La posició de lateralitat a 1,5 mil·límetres és una posició funcional, però el seu registre és difícil degut a la seva complicada reproductibilitat. Seria molt interessant avaluar el tipus d'oclusió dinàmica no tan sols a 1,5 mil·límetres, sinó també a 3 mil·límetres de lateralitat, tenint en compte que aquesta posició és més senzilla de registrar. També es podria calcular l'àrea oclusal en aquestes posicions tal i com està descrit prèviament,¹⁴ per comprovar si tenen relació amb el CPM.

Les discrepàncies en els resultats dels diferents estudis es deuen probablement a les diferències entre els subjectes estudiats i a la diferent metodologia emprada per al càlcul de l'àrea oclusal, fent que no siguin comparables entre si.

1.1.1.2 Forces musculars:

1.1.1.2.1 Asimetria de força muscular màxima:

S'ha estudiat la relació entre l'asimetria de la força muscular i el CPM. Martínez-Gomis i col·laboradors,¹⁴ van trobar que la diferència en la màxima força exercida a nivell del primer molar dret i esquerre és significativament menor per a aquells subjectes que masteguen amb més freqüència per l'esquerra en comparació amb aquells subjectes que presenten un CPM dret o que masteguen de forma bilateral. Similarment, els subjectes que masteguen més freqüentment per la dreta van presentar més força de mossegada al primer premolar dret en comparació a l'esquerre, concloent que aquest factor perifèric està relacionat de manera positiva i significativa amb el CPM. Tot i així, degut al disseny transversal de l'estudi, no es pot establir una relació de causa i efecte respecte a aquesta correlació.¹⁴ En aquesta línia, un altre estudi³⁵ conclou que les forces a nivell local de la zona posterior del CPM són majors que el costat on no es mastega amb tanta freqüència, amb la única excepció de les forces oclusals derivades de la deglució. Aquest estudi va utilitzar transductors inclosos en pròtesi sobre implants, que sobresortien 1,5mm a nivell oclusal, i va determinar que la força que es realitza a nivell posterior és superior a la que es pot exercir a nivell anterior, especialment en el CPM.

En un altre estudi,²⁵ es va trobar una relació entre el CPM i la força masticatòria quan no s'exerceix la MVC, és a dir, durant una contracció submàxima, concretament al 30 i 60% d'aquesta. En canvi, quan el subjecte exerceix la màxima força possible, aquesta

relació desapareix. En un altre estudi, Takahashi²⁶ classifica els subjectes dentats en aquells que presenten una alta reproductibilitat en el CPM i els que no. Els subjectes que presenten una alta reproductibilitat en el CPM, la força oclusal del CPM respecte a l'altre és significativament major. En canvi, per els subjectes dentats amb una baixa reproductibilitat en el CPM, així com els subjectes portadors de pròtesi completa, no existeixen diferències significatives entre la força exercida als dos costats i conclou que no és senzill determinar el CPM d'aquesta manera, ja que no tots els subjectes es comporten de la mateixa manera. Existeixen diversos mètodes per a mesurar la força masticatòria, així com diverses localitzacions on fer-ho. La majoria dels estudis es basen en la mesura de la força a través de la deformació d'uns braços de palanca col·locats a la zona interoclusal, ja sigui de manera uni o bilateral.^{36,37} Alguns autors utilitzen la força mandibular màxima com a patró de referència, sabent que aquesta força exercida no es correspon amb la que es realitza de manera fisiològica durant la masticació.^{14,36,38}

Una manera de mesurar la força muscular durant la masticació és mesurar l'activitat electromiogràfica dels músculs masticatoris i traduir aquesta activitat en força mitjançant una recta de regressió.³⁹ Christensen⁴⁰ afirma que aquesta relació existeix en el 78% dels cicles observats. Un altre estudi⁴¹ conclou que l'increment de la freqüència masticatòria coincideix amb augment d'activitat electromiogràfica en masseter superficial i el temporal anterior, i més en el costat de treball que en el costat de no treball. En la mateixa línia, Devlin⁴² va trobar que l'activitat electromiogràfica del masseter durant la masticació és major en el CPM, tot i que l'autor refusa concloure si aquesta asimetria és causa o conseqüència de l'elecció del CPM.

Per altra banda, hi ha autors que no han trobat aquesta relació, descartant les diferències entre l'activitat electromiogràfica dels dos costats,⁴³ especialment en subjectes amb poca eficiència masticatòria.¹⁹ En un estudi, l'autor no troba diferències significatives entre les activitats electromiogràfiques dels dos costats, i ho atribueix a les variacions interindividuals degudes a la modificació de la impedància degut a les diferències de gruix del greix subcutani de la zona dels elèctrodes.⁴⁴

A nivell de la musculatura estudiada, el masseter i el feix anterior del temporal són els músculs més estudiats.^{39,40,41,42} Un estudi conclou que en realitzar una recta que relacioni la força muscular exercida per el subjecte i l'activitat electromiogràfica, el masseter mostra un augment significatiu de la pendent durant la realització de forces

intenses (entre el 60 i el 100% de la contracció voluntària màxima) en comparació a nivells de força més moderats. En canvi, el feix anterior del múscul temporal no mostra aquesta modificació del pendent en augmentar les forces masticatòries fins a nivells màxims.⁴⁵ A part, en canviar de direcció de la força muscular, les variacions de l'activitat electromiogràfica del temporal anterior son menors que les del masseter.⁴⁶ Tenint en compte que la mastiació genera forces multidireccionals i que la mesura de la força s'obté per extrapolació d'una recta de regressió entre la força realitzada i l'activitat electromiogràfica, el múscul temporal sembla presentar més estabilitat de senyal electromiogràfica que el masseter per a aquesta funció concreta.^{45,47} Cal tenir en compte que perquè la impedància de l'elèctrode sigui òptima i la senyal electromiogràfica sigui adequada, la pell on es pren el registre no ha de presentar pèl. En aquest aspecte, el múscul temporal presenta l'avantatge que en la zona del seu registre no hi ha pèl, cosa que no succeeix en la zona del masseter, on alguns subjectes poden presentar barba. En aquest cas, per a realitzar els registres electromiogràfics caldria afaitar prèviament la zona.

1.1.1.3 Rendiment masticatori:

El rendiment masticatori (RM) és podria definir com la capacitat de reduir la mida de partícula quan es mastega un nombre determinat de cicles masticatoris.^{48,49} El rendiment masticatori, per tant, ens permet avaluar una part de la funció masticatòria.⁵⁰ La força muscular està positivament relacionat amb el rendiment masticatori,^{48,51-57} i en pot explicar entre el 30 i el 40% de la seva variació.^{48,52,54} Algunes característiques de l'oclusió també estan relacionades amb el rendiment masticatori, ja que diversos estudis han demostrat que el rendiment masticatori disminueix amb el deteriorament de la dentició natural.⁵⁸⁻⁶¹ En estudis realitzats en poblacions homogènies i amb un nombre mínim de 20 dents, l'àrea de contacte oclusal augmenta significativament la seva importància,^{25,51} explicant entre el 22 i el 29% del rendiment masticatori.^{62,63} Les àrees pròximes al contacte oclusal,^{20,63,64} els punts de contacte oclusal,⁶⁰ el nombre de dents en contacte,^{57,60} les unitats dentals funcionals^{54,65} i dents posteriors en oclusió⁶⁶ també mostren una relació positiva amb el rendiment masticatori. Tot i que sembla lògic que es faci servir el costat més eficient, no es coneix cap estudi que demostrï aquesta relació.

1.1.1.4 Asimetria del patró de moviment mandibular:

El rendiment masticatori es podria veure afectat per els moviments mandibulars realitzats durant la masticació.^{37,51,65,67,68} A mesura que es tritura el menjar i es redueix la mida de la partícula, s'observa una reducció en l'amplitud del moviment mandibular, presentant especial importància el moviment vertical.⁶⁹ Buschang i col·laboradors⁵⁰ conclouen que els homes realitzen un cicle masticatori més curt i més ràpid, conclusió que comparteix un altre estudi.⁷⁰ Santana-Mora⁷¹ afirma que els pacients que tendeixen a mastegar per un costat presenten una guia condíla més pronunciada i un angle de guia anterior més pla. Tenint en compte aquestes premisses, seria interessant valorar si l'asimetria en el patró de moviment mandibular té influència en la determinació del CPM.

La durada del cicle masticatori és un factor que s'ha estudiat poc en comparació amb el CPM. Alguns estudis han calculat el temps de mitjana que triga un subjecte a realitzar un cicle masticatori. A l'estudi d'Andrade³³, el temps de mitjana de cicle es d'entre 1,37 i 1,42 segons. Aquest autor, que va utilitzar el xiclet com a menjar test, no troba diferències significatives en el temps de cicle entre subjectes amb oclusió normal i mossegada creuada posterior. En contraposició, un altre autor⁷² utilitzant el mateix menjar test (xiclet) afirma que els subjectes que presentaven una mossegada creuada posterior trigaven una mitjana de 160 ms més a realitzar un cicle masticatori (0,849 segons per cicle en els subjectes amb mossegada creuada per 0,71 segons els subjectes del grup control), i que aquesta diferència era significativa. L'estudi conclou que si la mossegada creuada es tracta i s'obté una oclusió normal, el temps de cicle disminueix fins a ser comparable al grup control. Per altra banda, un altre autor¹⁵ conclou que la mitjana de temps de cicle és de 1,17 segons. La diferència en el temps de cicle en comparació en altres estudis rau, probablement, en el fet que aquest autor va utilitzar com a menjar test una laminadura gomosa de consistència dura, que costa més de mastegar. Un altre estudi⁷⁰ que va utilitzar cacauets com a menjar test, va arribar a la conclusió que les dones presentaven una duració de cicle major que els homes, degut principalment a una fase de tancament més llarga. Degut als diferents menjars test utilitzats en els estudis, la comparació dels resultats no és possible.

1.1.1.5 Altres factors perifèrics:

Existeixen altres factors perifèrics estudiats en relació al CPM. També s'ha estudiat el tipus de pròtesi dental en relació al CPM. Segons alguns autors, no existeix relació entre la pròtesi fixa (ja sigui sobre dents o sobre implants),^{6,9,11,13} pròtesi completa,^{11,26} pròtesi parcial amovible de base metàl·lica, o sobredentadures amb retenció telescòpica⁹ i l'elecció del CPM, presentant aquests subjectes un patró de masticació més freqüentment bilateral⁹ en comparació als subjectes portadors de pròtesis parcials acríliques, que acostumen a presentar un patró de masticació marcadament més unilateral, probablement a la falta d'estabilitat d'aquest tipus de pròtesi.⁹

La disfunció craniomandibular també és un factor perifèric que s'ha intentat relacionar amb el CPM, tot i que amb falta de consens entre els estudis. Alguns estudis suggereixen que el costat on presenten el dolor o disfunció craniomandibular influeix el cost masticatori,^{7,22,23,73-76} tot i que altres estudis no donen suport a aquesta relació^{9,14,77} o afirmen que no està clara.^{13,78}

Altres factors estudiats en relació al CPM són l'asimetria per dolor per càries,^{79,80} l'asimetria en la morfologia craniofacial,^{78,81} l'asimetria dels moviments linguals,^{82,83} l'asimetria en flux salival parotídi⁸⁴ i l'edat, sexe i nivell socio-cultural.^{6,9,14,85}

1.1.2 Factors centrals:

Alguns autors defensen que l'elecció del costat de preferència masticatori ve determinat pel sistema nerviós central (SNC) i que està relacionat amb les lateralitats funcionals (principalment de la mà, però també amb el peu, ull o oïda).^{11,85} Existeix també un tipus de lateralitat postural com per exemple la preferència en creuar els dits de les mans, creuar els braços o les cames.⁸⁶

1.1.2.1 Lateralitats funcionals:

La lateralitat de la mà és la lateralitat funcional més estudiada. La majoria dels estudis observen que no existeix una relació entre utilitzar més la mà dreta i mastegar més per el costat dret.^{9,13-16,29,30,82,85,87-89} Per altra banda, un estudi ha trobat una relació dèbil però significativa en infants que presenten dentició mixta.⁹⁰ En una població adulta un estudi⁶ demostra una correlació significativa entre el CPM i la lateralitat de la mà, tot i

que també menciona que la majoria de subjectes eren dretans amb el CPM dret, però que els subjectes esquerrans també mastegaven per la dreta.

Altres autors han estudiat la relació entre la lateralitat del peu i el CPM, basant-se en la premissa que la preferència pel peu es un millor predictor cerebral de lateralització que qualsevol altre funció.⁹¹ Segons Delport,²⁹ no existeix una relació entre la preferència per l'ús del peu i el CPM. Altres autors, en canvi, hi troben una relació positiva però menor.^{11,90,92}

Alguns estudis han buscat la relació entre la lateralitat de l'ull i el CPM. La majoria d'autors no hi han trobat una relació,^{29,85,90} tot i que un estudi ha trobat una relació positiva però dèbil.¹¹

Alguns autors han estudiat la relació entre la lateralitat auditiva i el CPM. La majoria d'autors coincideixen que hi existeix una relació positiva, però la intensitat d'aquesta relació és dèbil.^{11,90} Un autor, per això, sí que hi ha trobat una relació positiva i significativa.⁸⁵ Segons un estudi, lateralitat auditiva és un predictor més fiable que les lateralitats de la mà, el peu o la vista del hemisferi predominant en la parla.⁹³

1.1.2.2 Lateralitats posturals:

Les lateralitats posturals son aquelles que fan que al creuar les cames, els braços o els dits, de manera que un quedi per sobre de l'altre. Aquestes, al contrari que la preferència de la mà, pateixen una menor influència cultural.⁸⁶ Un estudi ha trobat relació entre el creuament de dits i de braços,⁹⁴ i aquests estan relacionats amb la preferència de la mà.⁹⁵ Segons Dittmar,⁸⁶ les lateralitats funcionals de ma, peu, orella i oïda estan relacionades amb creuar cames, però no amb creuar dits o braços. Per tant, seria interessant estudiar la relació entre les lateralitats posturals i el CPM ja que, segons el nostre coneixement, cap estudi ho ha valorat prèviament.

1.1.2.3 Lateralitats estructurals: posició i direcció del remolí del cabell:

Segons Beaton,⁹⁶ les asimetries posturals i funcionals estan relacionades amb la posició i direcció del remolí del cabell. Un altre estudi conclou que la posició medial del remolí del cabell i la direcció antihorària estan relacionats amb el fet de no ser dretà.⁹⁷ No es

coneix la relació de la posició i direcció del remolí del cabell amb el CPM. En cas d'existir una relació significativa i positiva, voldria dir que uns factors comuns influeixen en les dues lateralitats, i per tant seria més difícil fer canviar el costat de preferència masticatori a un individu.

Dittmar i col·laboradors creuen que les lateralitats funcionals i les posturals estan relacionades entre elles.⁸⁶ En aquesta línia, alguns autors han estudiat la relació entre el CPM i la preferència per usar una mà determinada,^{11,14} el peu, la vista o l'oïda,¹¹ però cap estudi ha valorat la relació entre el CPM amb les lateralitats posturals.

1.2 Prevalença

El percentatge de subjectes que presenten una ALM oscil·la entre el 21,8 i el 100% en funció de l'estudi consultat.^{5,23,29,84,98,99} La majoria han trobat que tenir una ALM és més freqüent que mastegar de forma bilateral,^{4-6,8,11-14,16,17,22,29,30,33,40,71,75,80,83,84,88-90,98-107} tot i que altres estudis no han trobat diferències significatives.^{27,108} Altres autors, per contra, han arribat a la conclusió que la masticació bilateral és més comú que la unilateral.^{7,9,23,33,79,81,92,109,110} La majoria dels estudis detecten que el CPM usat amb més freqüència és el dret, en detriment de l'esquerre,^{4-6,9,11,14,16,17,29,30,33,75,79,80,84,90,92,103,109,110} tot i que altres autors no han trobat diferències significatives entre ambdós costats.^{12,13,16,27,40,80,88,99,105,106,111} Les característiques d'aquests estudis com la mida de la mostra, l'edat de la població, la definició lateralitat masticatòria i el mètode utilitzat per determinar-lo i els resultats obtinguts es poden consultar a la taula 1.1

Taula 1.1: Prevalença ALM i CPM

Autor	Any	N	Edat	Dentició	Concepte ALM/CPM	Tècnica	Cicles	Menjar test	ALM	CPM Dret	CPM Esquerre
Delpont ²⁹	1983	20	25	Perm	Mandibula	V directa	1er	Natural	100%	60%	40%
Losso ⁸⁴	1997	20	17-33	Perm	Subj	Entrevista			100%	60%	40%
Jiang ⁹⁹	2014	16	23-38	Perm	Subj/Bolus	V directa/ Entrevista	1er	Art xiclet	100%	46,15%	53,84%
Gisel ¹¹¹	1986	122	2-5	Prim	Bolus	V directa	1er	Natural	100%	50%	50%
Gisel ¹⁰⁵	1988	103	2-8	Prim/Mixt	Bolus	V directa	1er	Natural	100%	41,4%	52,1%
Komagamine ⁵	2011	45	29,8	Perm	Mandibula	V directa	Tots	Art xiclet	100%	55,6%	44,4%
Varela ³⁸	2003	60	23	Perm	Bolus/Subj/Mandibula	V directa/ Entrevista/ kinesio	Random/Tots	Art xicles	68,3-100%		
Martin ¹⁷	2000	30	12,5	Mixt/Perm	Mandibula	Kinesio	Tots	Natural	100%	60,65%-61,27%	38,73-39,35%
Nisan ¹¹	2004	189	42	Perm, parcialment dentat, PF, PC	Bolus	V directa	1er	Art xiclet	97,4%	78,3%	19,1%
Nisan ⁶	2011	189	42	Perm, parcialment dentat, PF, PC	Bolus	V directa	1er	Art xiclet	97,4%	78,3%	19,1%
Shinagawa ¹⁰⁶	2004	17	24-31	Perm	Subj/Mandibula	Entrevista/Kinesio	Tots	Art xiclet	88,27%	41,17%	47,05%
Kazazoglu ¹⁰⁰	1994	40	-	Perm, SD implants, PC	Bolus/Subj	V directa/ Entrevista	Random	Art xiclet	88%		
Barcellos ¹⁰³	2013	300	3-5	Prim/Mixt/Perm	Bolus	V directa	Random	Art xiclet	87%Prim	54%	33%
Barcellos ⁹⁰	2012		6-12	Prim/Mixt/Perm	Bolus	V directa	Random	Art xiclet	82% Mixt	57%	25%
Barcellos ⁸⁰	2011		18-47	Prim/Mixt/Perm	Bolus	V directa	Random	Art xiclet	76% Perm	40%	36%
Saloni ¹¹⁵	2005	16	9,17	Mixt/Perm	Mandibula	Kinesio (ArcusDigna)	Random	Natural	68,8% crossbite	43,8%	25%
					-	-	-	-	80% control	46,7%	33,3%
Reinhart ⁷	2006	200	27,35	Perm	Subj	Entrevista	-	-	78% dcm		
									37% control		
Pond ¹³	1986	99	28,8	Perm	Mandibula	V directa	Tots	Natural	77,8%	39,4%	38,4%
McDonnell ¹¹²	2004	57	6-8	Mixt	Bolus	V directa	Random	Art xiclet	77%	35%	42%
Martinez-Gomis ¹⁴	2009	117	22,2	Perm	Mandibula	V directa/ Video	Tots	Art silicona	63,2% observed	50,4%	12,8%
					-	-	-	-	76% declared	59%	17%
Christensen ¹⁰	1985	12	22	Perm	Subj/ Bolus	Entrevista/ V directa	Random	Art xiclet	75%	42%	33%
Minato ⁸³	2009	12	29,4	Perm	Subjectiu/ Mandibula	Entrevista/ Kinesio	Tots	Art xiclet	51+/- 24%		
Zamanlu ⁴	2012	19	19,42	Perm	EMG	EMG	1er/ Tots	Natural	73,6% dur	46,8%	26,79%
					-	-	-	-	57,8% tou	33,46%	24,33%

Taula 1.1 (continuació)

Mizumori ¹⁰¹	2003	8	25	Perm	Mandibula	Kinesio	Tots	Natural/ Art xiclet	32,5-73,4%
Tomonari ¹¹³	2014	30	23,8	Perm	Mandibula	Kinesio	Tots	Natural	69%
Christensen ⁸⁹	1985	25	21	Perm	Subj/ Bolus	Entrevista/ V directa	Random	Art xiclet	68%
Wilding ³⁰	1991	15	Young adults	Perm	Mandibula	Kinesio	Tots	Natural	66,66% 40% 26,6%
Mioche ⁸	2002	8	23,5	Perm	Bolus	Videofluorografia	Tots	Natural	65,5%
Ratnasari ¹⁰²	2011	32	27,35	Perm	Bolus	Fotografia	Random	Natural	40,6%- 62,5%
Alkhiary ⁷⁵	2013	160	22,2	Perm	Mandibula	V directa	Random	Art xiclet	63% 51,5% 8,2%
Dooland ⁸⁸	2006	480	-	Prim/Mixt	Desgast dental	Models de guix	-	-	59% 31,6% 27,4%
Bourdio ¹¹²	2000	31	20	Perm	Desgast dental	Imatge digital	-	--	55% 29% 26%
Andrade ³³	2010	37	7-10	Mixt	Bolus	V directa	Random	Art xiclet	35,29% post crossbite 11,7%
					-	-	-	-	55% control 35% 20%
Agerberg ²²	1975	1106	15-74	Perm, PF, PPA, PC	Subjectiu	Questionari	-	-	33%
		104			-	-	-	-	55% dcm
Meng ²⁷	2014	257	45,4	Perm, edèntul	Subjectiu	Entrevista	-	-	52% 30% 22%
Stohler ¹⁰⁸	1986	20	22-38	Perm	Mandibula/ EMG	Kinesio/ EMG	Tots	Natural	50%
Diemberger ⁹	2008	4086	20-79	Perm, PF, PC, PPA, PPA acrílica, Telesc, Mixta	Subjectiu	Questionari	-	-	45,4% 29,05% 16,34%
Hoogmartens ⁹²	1987	128	23	Perm	Bolus	V directa	1er	Natural	45% 32% 13%
Paphangkorakit ¹⁰⁹	2006	20	20-24	Perm	Mandibula	Vídeo	Tots	Natural	45% 30% 15%
Goldaracena ⁷⁹	1984	72	18-35	Perm	-	-	-	-	44,4% 27,77% 16,66%
Gomes ⁸¹	2011	78	23,5	Perm	Mandibula	Kinesio	Tots	Art silicona	37,17% 20,71% 16,65%
Lamontagne ¹¹⁰	2013	40	24-46	Perm	Bolus	V directa	Random	Art xiclet	35% 20% 15%
Miyake ²³	2004	3557	20,4	Perm	Subjectiu	Questionari	-	-	21,8%

N: nombre de subjectes de la mostra. **Dentició:** tipus de dentició que presenten els subjectes (**Prim:** dentició primària, **Mixt:** dentició mixta, **Perm:** dentició permanent, **PF:** pròtesi fixa, **PC:** pròtesi completa, **SD implants:** sobredentadura sobre implants **PPA:** pròtesi parcial amovible de base metàl·lica, **PPA acrílic:** pròtesi parcial amovible de base acrílica, **Telesc:** pròtesi telescòpica, **Mixta:** pròtesi mixta). **Concepte de ALM/CPM:** manera en que s'avalua el CPM (**Mandibula:** Avaluat l'ALM i el CPM observant el costat cap on es dirigeix la mandíbula en la fase de tancament durant la masticació, **Subjectiu:** Avaluat l'ALM i el CPM subjectivament utilitzant un qüestionari per a conèixer la percepció de l'individu, **Bolus:** Avaluat l'ALM i el CPM observant el costat on se situa el menjar test (bolus) durant la masticació, **EMG/Electromiografia:** Avaluat l'ALM i el CPM valorant l'activitat electromiogràfica dels músculs masticatoris, **Desgast Dental:** avalua l'ALM i el CPM valorant l'asimetria de la masticació). **Tècnica (V. directa:** Kinesiògraf, **EMG:** electromiografia). **Cicles masticatoris (1er:** S'analitza el primer cicle masticatori per a determinar l'ALM i el CPM, **Tots:** S'analitzen tots els cicles masticatoris per a determinar l'ALM i el CPM, **Random:** S'analitzen tots els cicles masticatoris escollits segons temps aleatoritzats o cicles masticatoris específics per a localitzar el bolus i determinar l'ALM i el CPM) **Menjar test:** (**Artificial:** Silicona, xiclet **Natural:** Pastanagues, ametlles, carn seca, pastís, nous, terrossos de sucre, pa, plàtan, galetes, lliminadures, etc.) **ALM:** (Crossbite/post crossbite: el subjecte presenta una mossegada creuada/mossegada creuada posterior, **Control:** el subjecte pertany al grup control, **DCM:** el subjecte presenta disfunció craniomandibular, **Observed:** ALM observada per l'operador, **Declared:** ALM determinada per el propi subjecte, **Dur:** ALM determinada amb menjar dur, **Tou:** ALM determinada amb menjar tou).

Les discrepàncies a nivell de prevalença dels estudis consultats es deuen en part a les diferents edats de les mostres estudiades. Alguns estudis opten per incloure en la seva mostra subjectes amb dentició primària o mixta.^{16,17,33,80,88,90,103,105,111} La majoria d'estudis, però, seleccionen per a la mostra subjectes adults joves o adults amb dentició definitiva i sense absències dentals.^{4-9,11-14,22,23,27,29,30,40,71,75,79-81,83,84,89,90,92,98,99,101-103,106,108-110,113} Altres estudis se centren en subjectes d'edat avançada amb tractaments protètics extensos, ja sigui amovibles o retinguts amb implants.^{6,9,11,22,100}

La ALM en nens amb dentició primària és molt elevada, oscil·lant entre el 59 i el 100% segons l'estudi consultat. (Taula 1.1). En la dentició mixta, el percentatge de subjectes que presenten una ALM disminueix, obtenint valors d'entre el 35,29 i el 100%.^{16,17,33,80,88,90,105,103} En els subjectes joves amb dentició permanent, alguns estudis han trobat que aquests subjectes presenten una ALM amb valors d'entre el 52 i el 100%.^{4,5,7,8,12-14,16,17,22,29,30,40,71,75,80,83,84,89,90,98,99,101-104,106,113} Un estudi no ha trobat diferències significatives,¹⁰⁸ i altres autors, per contra, han arribat a la conclusió que la mastiació bilateral és més comú que la unilateral.^{7,9,22,23,79,81,83,92,101,102,109,110} Aquestes diferències en la prevalença de l'ALM i el CPM es deuen segurament, a part de la diferent edat de les mostres, a l'ús de diferents tècniques per a determinar el CPM i a l'ús de diversos menjars test.

La major prevalença de subjectes adults joves, grans amb dentició natural o pròtesi fixa o aquells que no presenten disfunció craniomandibular (DCM) que masteguen de manera bilateral dona suport a la hipòtesi que la mastiació bilateral és més freqüent en subjectes amb denticions fixes i sense limitacions funcionals.⁹ A mesura que els estudis incorporen subjectes d'edat més avançada i amb tractaments prostodòntics més extensos, trobem que presenten amb més freqüència una ALM, que oscil·la des del 45,4 al 97,4% en funció de l'estudi consultat.^{6,9,11,22,27,100} Per tant, estudiar la prevalença de ALM i el CPM en poblacions diferents genera grans discrepàncies, ja que no és comparable la mastiació d'un subjecte amb dentició primària amb un subjecte que mastegui amb un pròtesi complerta, o amb un subjecte completament dentat.

1.3 Mètode de determinació del CPM:

El mètode és aquell procediment que aconsegueix evidenciar l'ALM de l'individu. La majoria d'estudis opten per a registrar l'ALM i el CPM mitjançant un mètode objectiu, on és l'operador qui determina a quin costat es produeix el cicle masticatori.^{4-6,8,11-14,16,17,26,29,30,33,40,44,71,75,80,81,83,88,90,92,98-103,105,106,108-115} Altres estudis intenten determinar l'ALM mitjançant un mètode subjectiu, el que equival a la percepció de l'individu respecte a la seva ALM i al seu CPM.^{7,9,22,23,26,27,40,71,83,84,89,98,99,100,106} Aquestes proves es basen en qüestionaris o entrevistes simples, normalment de tres o quatre respostes possibles (dreta, esquerra, cap de les dues, no ho se). Aquest mètode, però, no distingeix entre un subjecte que mastega exclusivament de forma unilateral o un subjecte que presenta una ALM però també mastega de forma alternada. Aquestes respostes qualitatives tendeixen a magnificar l'ALM, ja que aquesta no és un fenomen del tot o res. Per tant, és desitjable que la quantificació de l'ALM sigui quantitativa en lloc de qualitativa, per a discriminar els graus de ALM presents en els subjectes.³⁰ Un mètode subjectiu que obté respostes qualitatives és l'escala analògica Visual (EVA). Aquest mètode consisteix en que el subjecte ha de pintar una marca en una línia horitzontal, considerant l'extrem dret com que el subjecte mastega exclusivament per la dreta, l'extrem esquerre com que el subjecte només mastega per l'esquerre i el mig com l'equilibri absolut (masticació purament bilateral o perfectament alternada). Aquest mètode senzill i fàcil de realitzar ha demostrat una excel·lent fiabilitat i validesa.¹¹⁶

1.3.1 Tècnica:

En el cas de l'estudi de l'ALM i el CPM, les tècniques són els procediments mitjançant els quals avaluem la direcció de la mandíbula en fase de tancament, la posició del bolus, l'asimetria muscular i el desgast dentari entre d'altres. Aquestes tècniques es poden classificar en directes o indirectes. La tècnica directa és aquella on és l'operador és qui avalua l'ALM i el CPM en funció d'allò que visualitza (dreta, esquerra o centrat), i que es realitza en temps real. Presenta els avantatges de ser senzilla d'aplicar i no requerir d'instruments addicionals que encareixen la realització de l'estudi. La tècnica indirecta determina l'ALM mitjançant l'ús d'instruments (kinesiògraf, electromiògraf, càmera de vídeo, etc.). Aquesta tècnica, en contraposició a la directa, permet l'enregistrament i la

posterior visualització i avaluació de les proves masticatòries totes les vegades que siguin necessàries, disminuint el risc de perdre informació durant la recollida de dades. Tot i així, un estudi va demostrar que en comparació amb la visió directa, l'enregistrament dels cicles masticatoris mitjançant la videocàmera no millora significativament la fiabilitat ni la validesa de la determinació del CPM.¹¹⁶ Altres autors han determinat la lateralitat masticatòria mitjançant l'electromiografia.^{4,40,44,108}

A nivell de la tècnica emprada per a determinar si existeix una ALM, la majoria d'autors han optat per la visió directa del procés masticatori^{5,6,11,13,14,26,29,33,71,75,80,90,92,98-100,103,105,110-112} o han utilitzat el vídeo visionat amb posterioritat.^{14,109,114} Altres autors han determinat la lateralitat masticatòria mitjançant la kinesiografia,^{16,17,30,71,81,83,98,101,106,108,113} l'electromiografia,^{4,40,44,108,114} la digitalització de la imatge oclusal,¹² la fotografia de la boca del subjecte,¹⁰² l'observació de models de guix del subjecte,⁸⁸ la videofluorografia⁸ o la cineradiografia,¹¹⁵ que permeten l'avaluació de l'ALM a través de la direcció de tancament de la mandíbula, l'asimetria de l'activitat electromiogràfica l'observació dels desgasts dentaris i la localització del bolus respectivament.

1.3.2 Nombre i classificació de cicles estudiats:

En referència al nombre de cicles que s'han considerat adequats per a la determinació de l'ALM, la majoria d'autors coincideixen que l'anàlisi de tots els cicles és el procediment més indicat.^{4,5,8,13,14,17,30,71,81,83,98,101,106,108,109,113,114} Tot i així, alguns autors sostenen que l'elecció randomitzada de certs cicles és adequada per a aquesta finalitat,^{16,40,33,75,80,89,90,98,100,102,103,110,112} i alguns autors contemplen exclusivament l'estudi del primer cicle masticatori.^{4,6,11,26,29,92,99,105,111} Aquest últim anàlisi es basa en la premissa que si existeix un CPM, aquest es manifestarà amb més intensitat probablement en els primers cicles.²⁹

Els cicles masticatoris poden ser avaluats de manera quantitativa o qualitativa. Alguns autors els cataloguen qualitativament en variables dicotòmiques (dret i esquerra), tricotòmiques (cicles drets, esquerres i bilaterals) o tetratòmiques (dret, esquerra, consistent i predominant).^{6,40,33,80,90,100,112} Alguns autors opten per classificar els cicles en no identificats o centrats, si no veuen una ALM clara.^{14,109} Quan s'expressa de manera qualitativa, generalment es refereix a l'ALM amb adjectius que, en funció del

percentatge de cicles unilaterals cap a dreta i esquerra, referiran una lateralitat més o menys marcada.^{6,33,80,89,90,100,112,117}

L'altre manera de descriure l'ALM dels cicles es de forma quantitativa. Aquests índex proporcionen una visió més acurada de la lateralitat masticatòria, ja que mostren el grau de lateralitat que presenta l'individu. L'Índex d'Asimetria és un dels índex més utilitzats per a calcular l'ALM,^{4,19,101,116} i té en compte tots els cicles masticatoris. Un valor de 0% d'aquest índex significa una manca absoluta de ALM (mastega, per tant, de manera bilateral o alternada al 50% a cada costat), mentre que un 100% i un -100% signifiquen que el subjecte mastega exclusivament per la dreta o l'esquerra respectivament. Aquest índex es calcula amb la següent fórmula:

$$IA = \left[\frac{(\text{Nombre Cicles Dreta}) - (\text{Nombre Cicles Esquerra})}{(\text{Nombre Cicles Dreta}) + (\text{Nombre Cicles Esquerra})} \right] \times 100(\%)$$

Tenint en compte que és poc freqüent que un subjecte tingui un IA de 0% (ja que això implicaria una mastiació purament bilateral o alternada sense cap mena de ALM), alguns autors han optat per incloure rangs per a classificar-los, essent subjectes amb preferència masticatòria per el costat dret (valors entre 0,31 i 1), subjectes amb preferència masticatòria per el costat esquerra (valors entre -0,31 i -1) o subjectes sense preferència masticatòria, o amb preferència masticatòria bilateral (de -0,30 a 0,30).^{4,101,102}

Un altre índex proposat és "l'Índex de Preferència Lateral",^{6,29,30,92} que consisteix en determinar el CPM per mitjà del primer cicle masticatori en comptes d'examinar tots els cicles,⁹² mesurat 5 vegades. La fórmula d'aquest índex es:

$$I = \frac{(\text{dreta} - \text{esquerra})}{(\text{dreta} + \text{esquerra})}$$

Un estudi ha demostrat que tant l'Índex d'Asimetria determinat mitjançant visió directa, com l'escala visual analògica, com l'Índex de Preferència Lateral són mètodes vàlids per a determinar el CPM.¹¹⁶

1.3.3 Menjar test:

La majoria dels estudis que avaluen l'ALM es realitzen mitjançant proves de mastiació. Per fer-ho, utilitzen menjar test. Alguns autors conclouen que el menjar dur evoca que

el subjecte presenti una ALM amb més facilitat, podent determinar així d'una manera més fiable el CPM.^{101,109} El menjar test que s'ha fet servir en els estudis citats es divideixen en dos grups: el menjar natural i l'artificial (Taula 1.1). Dins el menjar test natural hi trobem gran varietat de sabors i textures, com per exemple pastissos, galetes i gofres,^{4,8,13,29,102} caramels tous i lllaminadures,^{29,101,107,114} xocolata,²⁹ terrossos de sucre,⁹² fruits secs com cacauets, ametlles, blat de moro cruixent, nous i cereals,^{4,101,105,109,111} pa,⁹² patates fregides cruixents,¹⁷ verdures i hortalisses com pastanaga crua, rave macerat i espàrrecs,^{16,29,101,109} fruita, com plàtans i panses,^{8,111} carn, principalment seca^{8,13,108,109} i peix en forma de pasta i calamar sec.¹⁰¹ Un avantatge dels menjars test naturals és que els moviments mandibulars realitzats per a mastegar-los s'assemblen més a la realitat, però presenten dificultats en la seva estandardització, ja que les condicions de formació de l'aliment poden condicionar-ne la textura i duresa, a part de poder existir modificacions en la proporció present d'aigua i tenir una data de caducitat.⁴⁹ Dins el menjar test artificial, la majoria d'autors opten per el xiclet,^{5,6,11,33,40,71,75,80,83,89,90,98-101,103,106,110,112} tot i que altres autors opten per cubs de cera²⁶ o pastilles de silicona.^{14,81,118,119}

És important tenir en compte la mida, la textura i la duresa del bolus, ja que això afecta a l'activitat muscular i al cicle masticatori.^{12,101,109,120-123} Se sap que el menjar dur requereix més esforç per ser mastegat en comparació al menjar tou, podent influir en l'ALM. El aliments durs, així com els que presenten una alta cohesivitat, son més apropiats per a determinar l'ALM.^{4,101,109,119} El xiclet posseeix una fàcil estandardització, permet una molt bona reproductibilitat dels moviments mandibulars i presenta una alta cohesivitat (tendeix a mantenir-se com a bolus únic, i per tant es tendeix a mastegar de manera unilateral). Tot i això, cal remarcar que la funció de mastegar un xiclet no és la trituració del mateix, i per tant aquest aspecte l'allunya de les característiques ideals del menjar test, podent produir alteracions de la determinació de l'ALM per aleatorització del costat amb el que es mastega.⁸⁹ Per altra banda, la silicona, tot i que com a menjar test per a la determinació de l'ALM ha sigut poc utilitzada,^{14,81,119} si que ha estat àmpliament emprada per a estudis de rendiment masticatori,^{36,50,124,125} i s'ha publicat un protocol per a la seva estandardització com a menjar test artificial.¹²⁶ Aquest material posseeix les propietats físiques (duresa, textura i se'n pot adaptar la mida) per a evidenciar amb més facilitat l'ALM. A més, l'activitat muscular que genera al mastegar

és molt similar al de menjar natural de característiques semblants.¹²⁶ El principal problema que presenta la silicona es la cohesivitat, per la seva alta conminutació en ser mastegada, la qual cosa podria afavorir una masticació més bilateral o centrada.¹¹⁹ Per a solucionar aquest problema, s'ha proposat l'encapsulament del menjar test dins un saquet de làtex, reduint així la pèrdua de cohesivitat i la pèrdua de partícules. A part, es va comprovar que la trituració de l'aliment era molt similar en comparació al mateix aliment no encapsulat.^{116,127}

JUSTIFICACIÓ

2. Justificació

L'estudi del procés masticatori és encara avui en dia un camp on hi ha moltes incògnites per resoldre. Cal doncs, en primer lloc, augmentar el coneixement científic sobre el funcionament del sistema estomatognàtic, entenent més profundament els factors que determinen l'elecció del costat de preferència masticatori. El fet de conèixer els hàbits masticatoris d'una mostra de subjectes servirà per saber quins factors hi estan relacionats i amb quina intensitat, a part de per poder determinar quants subjectes masteguen preferentment de manera unilateral, i dins d'aquests quants ho fan per la dreta i quants per l'esquerra. Cal tenir present que el CPM està sotmès a una major càrrega masticatòria, per tant quan es planteja la seva rehabilitació cal tenir en compte diversos factors fisiomecànics, tals com l'ús de cantilevers i la proporció corono-radicular entre d'altres, per evitar la sobrecàrrega oclusal d'aquest costat.

L'asimetria de l'àrea de contacte oclusal i la màxima força muscular han estat relacionades en diversos estudis amb el CPM. Tot i que el rendiment masticatori depèn en part d'aquests dos factors, cap estudi ha relacionat fins ara el rendiment masticatori i el CPM. A nivell dels factors centrals, alguns autors han explorat la relació entre les lateralitats funcionals i el CPM, i altres autors han estudiat la relació entre la lateralitat funcional de la mà i algunes asimetries posturals.⁹⁵ Fins a l'actualitat, cap article ha intentat determinar la relació entre les lateralitats posturals i estructurals i el CPM. En el cas que aquesta relació es demostrés certa, podria deure's a que el CPM i les lateralitats posturals estan regides per els mateixos factors.

Si els factors perifèrics són més importants que els centrals a l'hora de l'elecció del CPM, la rehabilitació del costat de no preferència masticatori podria fer que el subjecte mastegués de manera més bilateral o alternada, no sobrecarregant el CPM. Si pel contrari, els factors centrals prevalen per sobre dels perifèrics, la restauració protètica del costat de no preferència masticatori no suposaria un benefici substancial per el subjecte, ja que seguiria mastegant per el CPM.

La aplicabilitat d'aquest estudi rau en la prioritització de restauració protètica del costat de preferència masticatòria, ja que la relació cost/benefici per el subjecte és major que si es restaura un costat amb el qual no hi mastega tan sovint. Coneixent fins a quin punt els factors influeixen en l'elecció del costat de preferència masticatori,

podrem saber fins a quin punt val la pena rehabilitar el costat de no preferència masticatori, esperant que el subjecte mastegui amb més freqüència per aquest costat.

OBJECTIUS

3. Objectius:

En una població adulta amb dentició natural:

Principal:

- Conèixer la intensitat de la relació entre diverses asimetries perifèriques, funcionals i posturals i el costat de preferència masticatòria.

Secundaris:

- Conèixer si la relació dels factors perifèrics, funcionals i posturals amb el costat de preferència masticatori depèn del mètode utilitzat.
- Determinar el percentatge d'individus que presenten una asimetria lateral masticatòria.
- Conèixer si els individus masteguen amb més freqüència pel costat dret que per l'esquerre.

HIPÒTESI

4. Hipòtesi

En una població adulta amb dentició natural:

- L'elecció del CPM està relacionat amb diverses asimetries perifèriques, funcionals i posturals.
- La majoria de la població presenta una asimetria lateral masticatòria.
- Hi ha més individus que masteguen pel costat dret que per l'esquerra.
- La relació dels factors perifèrics, funcionals i posturals amb el costat de preferència masticatori no depèn del mètode utilitzat.

MATERIAL I MÈTODES

5. Materials i Mètodes:

5.1 Disseny de l'estudi i població

Es va realitzar un estudi observacional i transversal en una població adulta, amb dentició natural, i aquest estudi es va dividir en 2 fases. La primera fase va servir per a la validació del mètode i també com a estudi de caire exploratori per sospitar relacions entre asimetries funcionals, posturals i de factors perifèrics i l'elecció del costat de preferència masticatori. La segona fase, dissenyada a partir dels resultats de la primera, va tenir com a objectiu conèixer la relació entre els diversos factors estudiats i el CPM. Per a valorar la reproductibilitat de les variables, a cada fase es va realitzar un retest a 10 dels participants, escollits per conveniència, al cap d'entre dues i quatre setmanes.

Els criteris d'inclusió per a cada fase van ser els següents:

- Tenir una edat entre 18 i 65 anys
- Estar vinculat a la Facultat d'Odontologia de la UB
- Tenir com a mínim 24 dents naturals sense grans restauracions
- No estar rebent tractament d'ortodòncia activa

Els criteris d'exclusió van ser aquests:

- No poder realitzar tots els registres
- Referir dolor orofacial durant les proves masticatòries

Es va informar a tots els individus sobre les característiques generals de l'estudi i els participants van signar un consentiment informat. Els protocols de totes dues fases van ser aprovats per el Comitè d'Ètica d'Investigació Clínica de l'Hospital Odontològic Universitat de Barcelona (Codi 17/12, protocol de la primera fase; Codi 06/14 protocol de la segona fase). Tots els procediments van ser duts a terme d'acord amb els principis de la declaració de Helsinki.

Per a la segona fase, es va calcular que calia una mida de mostra de 100 individus. Donat que l'objectiu principal utilitza una anàlisi de regressió múltiple, calen 10 subjectes per cada variable independent que s'estudia.¹²⁸

5.2 Fase 1:

En la primera sessió, els procediments es van dur a terme seguint el següent ordre cronològic: determinació de la força de pinçament dels dits, determinació de les lateralitats funcionals, posturals i estructurals, registre de la màxima força mandibular, registres de l'oclusió estàtica i dinàmica, proves masticatòries amb registre electromiogràfic i determinació subjectiva del CPM. En la segona sessió, es van realitzar les proves de masticació amb registres kinesiogràfics.

5.2.1 Asimetries perifèriques:

5.2.1.1 Oclusió:

5.2.1.1.1 Oclusió estàtica:

L'àrea de contacte oclusal en màxima intercuspidació es va mesurar mitjançant registres de silicona (Figura 5.1) (Occlufast Rock; Zhermack, Badia Polesine, Italy), tal i com es descriu en un altre article.¹⁴ Aquests registres de silicona es van escanejar i es van quantificar amb un programa informàtic d'anàlisi d'imatges (UTHSCSA image Tool V 3.0, University of Texas Health Science Center, San Antonio, TX, USA). La imatge de cada registre es va convertir en una imatge en blanc i negre ja que amb aquest programa es pot mesurar fins a 256 gammes de grisos. Coneixent prèviament l'equivalència entre el valor de gris (o transparència) que correspon a 200 µm de gruix de la silicona, es pot mesurar l'àrea de contacte oclusal (prèvia calibració amb una distància coneguda) que correspondrà a 200 µm de distància interoclusal.

Figura 5.1: registre d'Occlufast en PIM.



5.2.1.1.2 Oclusió dinàmica:

Es va determinar l'àrea de contacte oclusal en les posicions excèntriques a 1,5 i 3 mil·límetres de lateralitat. Per fer-ho, es va dibuixar amb retolador unes marques a la cara vestibular de l'incisiu central superior, coincident amb al línia de referència (negre), a 1,5 mil·límetres a dreta i esquerra (verd) i a 3 mil·límetres a dreta i esquerra (vermell). Amb el subjecte en màxima intercuspidació, es va dibuixar la continuació de la línia negra en l'incisiu inferior. L'objectiu de les línies va ser quantificar el grau de lateralitat que feia el subjecte. Quan la línia negra inferior coincidia amb una de les verdes superiors (ja sigui a dreta o esquerra), significava que el subjecte es trobava a 1,5 mil·límetres de lateralitat. Si la coincidència era amb la línia vermella, el subjecte es trobava fent una lateralitat de 3 mil·límetres (Figures 5.2 i 5.3.)

Figures 5.2 i 5.3: Registres amb Occlufast en lateralitats a 1,5 i 3mm.



Es va proporcionar al subjecte un mirall perquè pogués assajar les posicions mandibulars de lateralitat, ja que en el moment de la prova el subjecte havia d'anar directament a la posició excèntrica, sense fer el moviment de lateralitat de forma continuada. Fins que el subjecte no va ser capaç de reproduir tots els moviments necessaris per a l'experiment, no es va procedir als registres amb silicona. Tot seguit es van assecar les cares oclusals, es va posar la silicona de registre (Occlufast Rock; Zhermack, Badia Polesine, Italy) a les cares oclusals, a les vores incisives inferiors i a les cares palatines superiors i es va demanar al subjecte que, mirant el mirall, tanqués directament a la posició pertinent. L'operador va guiar el subjecte en el moviment de lateralitat, per comprovar que no realitzava un moviment de lateroprotrusiva. Es va

procedir a realitzar els 4 registres de lateralitat (dos a 1,5 mil·límetres de lateralitat i dos a 3 mil·límetres de lateralitat). Un cop realitzats els registres, es van inspeccionar per estar segurs que eren correctes (figures 5.4 i 5.5). Els registres van ser degudament etiquetats amb un codi i guardats per la seva posterior anàlisi.

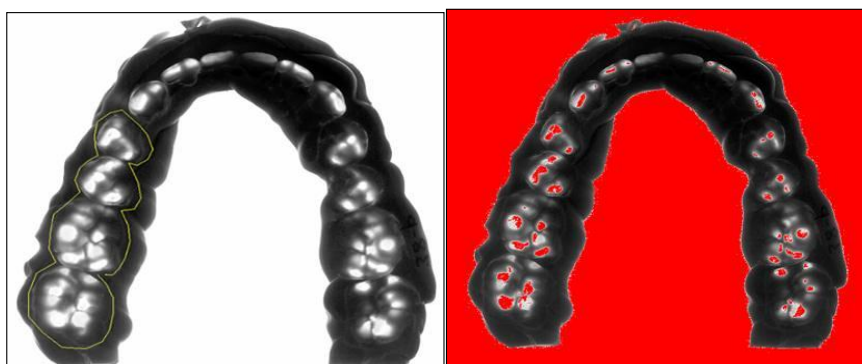
Figures 5.4 i 5.5: registres d'Occlufast en lateralitat escanejats.



Els registres de silicona es van retallar perquè tinguessin un gruix uniforme i es van escanejar (HP Scanjet G4050) per a determinar l'àrea de contacte oclusal mitjançant el programa informàtic UTHSCSA ImageTool (V 3.0, University of Texas Health ScienceCenter, San Antonio, TX, EUA).⁶³

La imatge aconseguida es va modificar per passar-la a escala de grisos, permetent associar una tonalitat de gris per a cada gruix de la silicona.³⁶ Posteriorment es va modificar la imatge de manera que aquell gruix igual o menor de 200 μ esdevinguí de color vermell, podent seleccionar a continuació l'àrea seleccionada en vermell i coneixent-ne l'extensió (figura 5.6 i 5.7). D'aquesta manera es va determinar l'àrea oclusal de contacte en PIM i en lateralitats dreta i esquerra a 1,5 i 3mm.

Figures 5.6 i 5.7: registres escanejats amb àrea de contacte en PIM detectada.



5.2.1.2 Força:

5.2.1.2.1 Força mandibular màxima:

Per a conèixer la força mandibular unilateral màxima dels subjectes a la regió posterior, es va utilitzar un gnatodinamòmetre (dissenyat i calibrat per la Universitat Politècnica de Catalunya), que mesura la força realitzada en N, cobrint-ne prèviament els braços amb un dit de guant de làtex, d'un sol ús. Aquest aparell, amb una separació de 20,5mm entre els braços, ja ha estat utilitzat en altres estudis.³⁶ Es van donar instruccions de col·locar l'aparell amb els braços de registre entre els premolars, de manera perpendicular a l'arcada inferior, i es va demanar al subjecte que tanqués la boca amb la màxima força possible durant 3 segons. Es van fer un total de 6 mesures, amb el següent ordre: dret, esquerre, esquerre, dret, dret, esquerre. Es va anotar el valor més alt obtingut a cada costat. Posteriorment, es va deixar descansar el subjecte durant dos minuts (figura 5.8).

Figura 5.8: registre de màxima força mandibular amb el gnatodinamòmetre.



5.2.1.2.2 Força de pinçament amb els dits :

També es va mesurar la màxima força de pinçament que el subjecte va poder realitzar amb els dits, convidant-lo a que premés el mateix gnatodinamòmetre. Es va advertir al subjecte que només podia realitzar la força amb els dits, sense ajudar-se del braç o la resta de la mà. L'ordre amb el que es van fer les mesures va ser: dreta, esquerra, dreta, esquerra, dreta i esquerra (figura 5.9). Aquest procediment ens permet quantificar la lateralitat de la mà, però convertint la lateralitat en una asimetria, comparant dreta i esquerra.

Figura 5.9: mesura de la força de pinçament dels dits amb el gnatodinamòmetre.



5.2.1.2.3 Força mandibular durant la masticació:

Per a la realització de les proves masticatòries, es va procedir a la preparació del menjar test artificial. Es van confeccionar pastilles de silicona de condensació (Optosil® P Plus, Heraeus Kulzer GmbH, Hanau, Germany), fent la barreja dels components segons les especificacions del fabricant i seguint el protocol per a la seva confecció descrit per Albert i col·laboradors.¹²⁶ Una vegada barrejat el material, es va compactar contra una planxa de metall, aplanant-lo. A continuació es va aixafar amb una altra planxa de metall idèntica a la primera, prèvia col·locació de quatre topalls de 5 mil·límetres de gruix a les cantonades de la primera planxa, de manera que la massa aixafada resultant tenia un gruix uniforme de 5 mil·límetres. La pressió durant el fraguat es va realitzar aplicant un pes de 5 kg. Es va esperar 15 minuts per al complet fraguat de la silicona, es van retirar les planxes i amb un tub metàl·lic buit de 20 mil·límetres de diàmetre de llum interna es va tallar el material en pastilles, les quals tenien un gruix de 5 mil·límetres i un diàmetre de 20 mil·límetres.^{14,36,126}

Aquestes pastilles es van tallar en 4 quarts mitjançant una fulla d'afaitar en forma de creu, i es van agrupar els quarts en grups de 3, de manera que $\frac{3}{4}$ de pastilla completa equivalien a 2 grams aproximadament (Figura 5.10 i 5.11). Degut a la bona estabilitat dimensional de la silicona, es disposava de 7 dies per a la utilització de les pastilles preparades, per la qual cosa s'anotava la data i hora de confecció de la silicona. Si al cap d'una setmana no s'havien utilitzat, les pastilles eren rebutjades.

Figures 5.10 i 5.11: grups de tres quarts de pastilla de silicona i comprovació del seu pes



Les pastilles de silicona es van presentar en forma de “bolus tancat”. Es van introduir els tres quarts de pastilla de silicona dins un saquet de làtex segellat amb cianocrilat (Loctite SuperGlue-3®) (figures 5.12) conformat per un dit de guant, de manera que quan el subjecte mastega la silicona, el bolus presenta una adequada cohesivitat.

Figures 5.12: presentació de la silicona dins el guant de làtex.



Les proves masticatòries van consistir en mastegar un sac que contenia 3 pastilles de silicona durant 20 cicles. Aquestes proves, que es van repetir 5 vegades, van consistir en masticació lliure, masticació unilateral dreta i masticació unilateral esquerra (Taula 5.1). En cada assaig se li va proporcionar al subjecte un cronòmetre, que havia d'engegar al iniciar el primer cicle, i parar en acabar el vintè cicle. Un operador va examinar de manera visual els cicles masticatoris i els va classificar en dret, esquerra o centrat, i en

va anotar els resultats. Les partícules de silicona triturades durant les proves de masticació es van guardar per determinar el rendiment masticatori.

Taula 5.1:

Proves Masticatòries				
Número	Menjar Test	Duració	Assajos	Tipus de Masticació
1	Bolus tancat	20 cicles	5	Lliure
2	Bolus tancat	20 cicles	5	Unilateral dreta
3	Bolus tancat	20 cicles	5	Unilateral esquerra

Per tal d'obtenir la força muscular real durant la masticació, es va registrar l'activitat electromiogràfica del múscul temporal anterior de manera bilateral durant les proves de masticació. Per fer-ho, es va utilitzar l'accessori de registre electromiogràfic de ArcusDigma II (KaVo®, Biberach, Germany) (figures 5.13 i 5.14) que consta de dos elèctrodes de registre (un per a cada múscul temporal anterior) i un elèctrode neutre, que es col·loca en una zona sense activitat muscular.

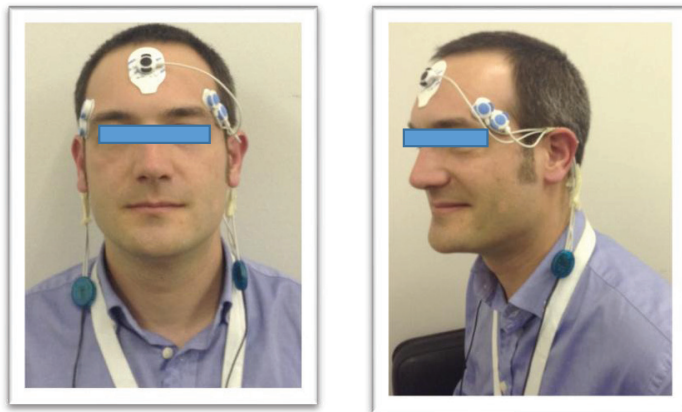
Figures 5.13 i 5.14: l'ArcusDigma II i els cables de l'electromiògraf.



Per a la col·locació dels elèctrodes (NORAXON dual EMG Al/AgCl #272, Scottsdale, Arizona), es va determinar en primer lloc la seva ubicació. Per palpació, es va localitzar el feix anterior del múscul temporal, col·locant l'elèctrode per sobre de l'arc zigomàtic i per sota de la cresta del temporal. En cas de dubte, es demanava al subjecte

que apretés les dents, evidenciant així, per contracció del múscul, la seva localització. Es va netejar i acondicionar la pell de la zona abrasió amb una gasa mullada amb alcohol (96°), evitant les zones on hi ha cabell, i es va esperar 5 minuts a que l'alcohol s'evaporés. Aquest procediment també es va dur a terme a la zona del front, on s'hi va col·locar l'elèctrode neutre. Amb aquest acondicionament, es neteja la pell i es retiren cèl·lules mortes, aconseguint una millor impedància. Tot seguit es van col·locar els elèctrodes: per recomanacions del fabricant de l'electromiògraf, es van utilitzar elèctrodes duals (amb dos receptors separats 20 mil·límetres entre si), ja que el feix anterior del múscul temporal té forma allargada. Aquests es van col·locar al centre del ventre muscular prèviament localitzat, seguint les fibres. El cinquè elèctrode (neutre) es va col·locar al front (figura 5.15). Per a estar segurs que els elèctrodes detectessin el màxim d'activitat electromiogràfica en tot moment, es va assegurar que el subjecte pogués moure el cap i el coll lliurement sense forçar els cables que connectaven els elèctrodes a l'aparell.

Figura 5.15: elèctrodes col·locats per al registre electromiogràfic.

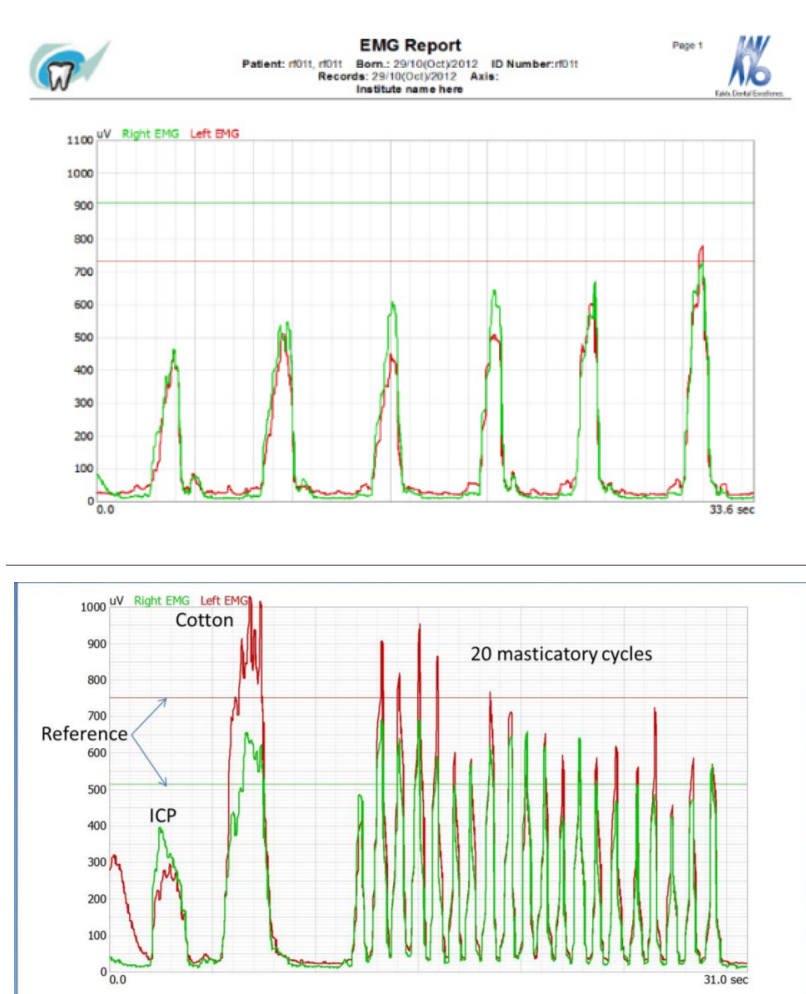


Abans de cada prova masticatòria va ser necessari calibrar l'aparell. Per fer-ho, en primer lloc s'havia de determinar la MVC. El subjecte havia d'apretar les dents amb la màxima força possible en màxima intercuspidació i a continuació repetir l'exercici amb dos rotllos de cotó interposats entre les cares oclusals posteriors. En el cas de la masticació unilateral, el rotllo de cotó només es va col·locar al costat per el qual el subjecte havia de mastegar. Un cop hagués descansat, es va explicar al subjecte el

següent procediment: amb la boca en repòs, s'havia de col·locar el gnatodinamòmetre a la zona del primer molar inferior dret. Se li va indicar el valor que ha d'assolir (un 25% de la força màxima realitzada anteriorment). Quan ho aconseguís, es repetia el mateix procediment, però aquesta vegada al 50% de la força màxima. A continuació, es va repetir el procediment al 75% de la força màxima. Per últim, es va demanar al subjecte que realitzés la màxima força possible de nou. Aquest exercici va ser realitzat abans de cada prova masticatòria. Un cop finalitzada la calibració, el subjecte va descansar dos minuts abans de realitzar la prova masticatòria pertinent. Un sol operador es va encarregar de calibrar i d'accionar l'electromiògraf per a cada prova masticatòria (figures 5.16 i 5.17).

Amb els gràfics es van calcular, per cada individu, la recta de regressió correlacionant l'activitat elèctrica amb la força mandibular. De tal manera que els valors obtinguts d'activitat elèctrica al mastegar les pastilles de silicona es van convertir en valors de força. De tots els cicles es va obtenir la mitjana expressat en Newtons.

Figures 5.16 i 5.17: calibració de l'activitat electromiogràfica i registre d'una prova masticatòria



5.2.1.3 Rendiment masticatori:

El rendiment masticatori va ser avaluat a partir de les proves masticatòries realitzades junt amb els registres electromiogràfics mitjançant la determinació del grau de trituració de la silicona.³⁶ Es van ajuntar les partícules dels 5 assajos de cada prova masticatòria i es van obtenir aproximadament 10 grams de partícules triturades. Les partícules de cada prova masticatòria es van separar utilitzant 8 tamisos de 100mm de diàmetre i 23mm d'alçada, amb una llum d'apertura de 5.6, 4.0, 3.15, 2.8, 2.0, 0.85,

0.425 i 0.25mm apilats en una tamisadora mecànica (RP08, CISA, Espanya) vibrant durant un minut³⁶ (figures 5.18 i 5.19).

Figures 5.18 i 5.19: tamisadora mecànica i els diferents sedassos.



Una vegada tamisat, les partícules de silicona es van pesar junt amb el tamís i el plat de la base amb una bàscula de precisió (bàscula electrònica WLC 0,6/B1, RADWAG, Radom, Poland), anotant el resultat de cada tamís. Per a cada individu es va calcular la “Median Particle Size” o MPS, que seria l’obertura d’un teòric tamís a través del qual passaria el 50% del pes del total de menjar test triturat. Per tant, a mesura que el MPS disminueix, el Rendiment Masticatori augmenta. Per al càlcul del MPS, es van pesar les partícules retingudes a cada tamís i es va calcular el percentatge acumulatiu de pesos (Q_w), que correspon al percentatge de pes de les partícules amb un diàmetre menor que x (la màxima apertura del tamís). Mitjançant l’equació de Rosin-Rammler^{129,130} es calcula la X_{50} o MPS.

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

5.2.1.4 Paràmetres kinesiogràfics:

El registre de moviments mandibulars es va dur a terme mitjançant un kinesiògraf (ArcusDigma II). Per al seu ús va ser necessària la confecció d’una forquilla de fixació mandibular, que es va subjectar a les cares vestibulars de les dents inferiors sense interferir en l’oclusió. Per a la seva fabricació es va rebasar la forquilla amb resina

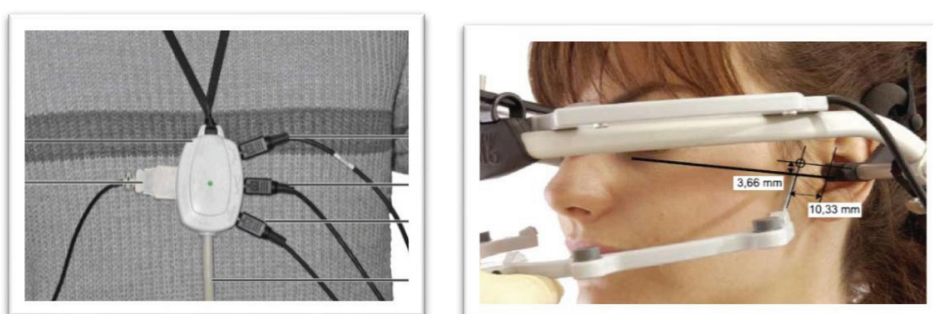
acrílica (TRIM®, Bosworth, Illinois, USA) sobre un model de guix prèviament pres al subjecte. (Figura 5.20).

Figura 5.20: forquilla de fixació mandibular



Abans de començar, es va penjar del coll del subjecte la caixa de distribució de l'ArcusDigma II (figura 5.21) i es va procedir a marcar 3 punts a la cara del subjecte: el punt corresponent al forat infraorbitari esquerre (localitzat mitjançant palpació) i dos punts situats prop de ambdues articulacions temporomandibulars, 10,33mm endavant i 3,66mm per sobre del pla de Frankfurt, tal i com indica el fabricant (figura 5.22).

Figures 5.21 i 5.22: caixa de distribució i col·locació de l'arc facial de l'ArcusDigma II.



A continuació es va utilitzar la forquilla de fixació mandibular que s'havia confeccionat amb anterioritat. Per suportar les forces exercides durant la masticació del menjar test, va ser necessari la col·locació de cianocrilat en tres punts de la forquilla de fixació (un punt a la zona interincisiva inferior i els altres dos a nivell de premolars). A continuació es va demanar que realitzés moviments excursius, i que avisés en el cas de notar algun impediment al realitzar-los. Amb aquest retocs va pretendre no interferir en la oclusió el pacient durant la masticació i no alterar la superfície de la taula oclusal.

L'arc facial (ARCUSEvo®) és la part que va fixada al crani, i que juntament amb la forquilla de fixació mandibular registren els moviments mandibulars en 3 dimensions (figura 5.23).

Figura 5.23: ArcusDigma II col·locat i a punt per el registre



Es va col·locar l'arc facial, el suport nasal i es van adaptar dues tires elàstiques (una que passava per la zona occipital, i l'altre seguint la sutura coronal), evitant que l'arc facial es desplaçés durant les proves masticatòries.

Amb tot l'aparell correctament adaptat, es va procedir a la calibració per a la funció d'anàlisi de moviment i es va escollir com a referència l'eix arbitrari. Per fer-ho, l'aparell necessita certs moviments mandibulars. Partint de PIM, l'ArcusDigma II demana que el subjecte realitzi un moviment d'apertura i tancament (figura 5.24), lateralitats (figura 5.25), diagrama de Posselt en el pla frontal (figura 5.26) i diagrama de Posselt en el pla sagital (figura 5.27).

Figura 5.24: Apertura i Tancament.

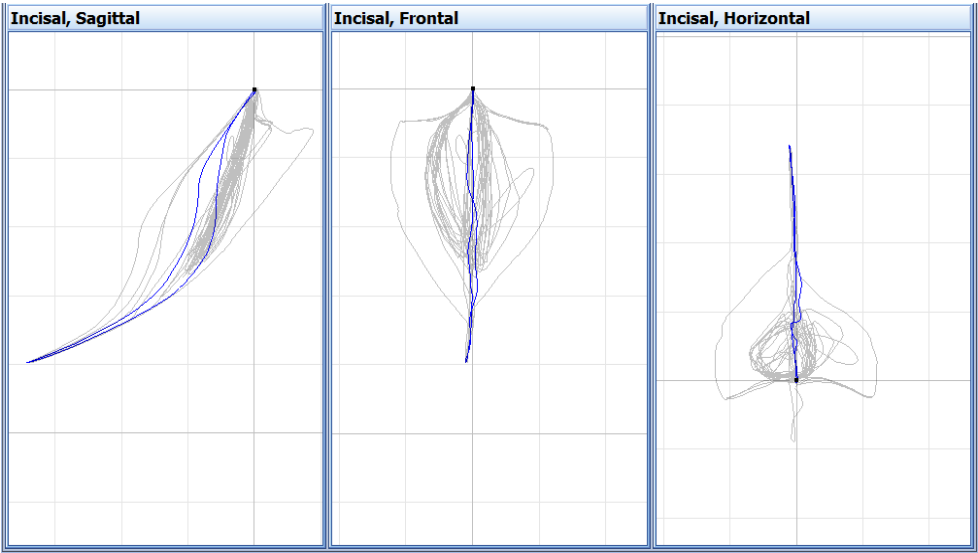


Figura 5.25: Lateralitats.

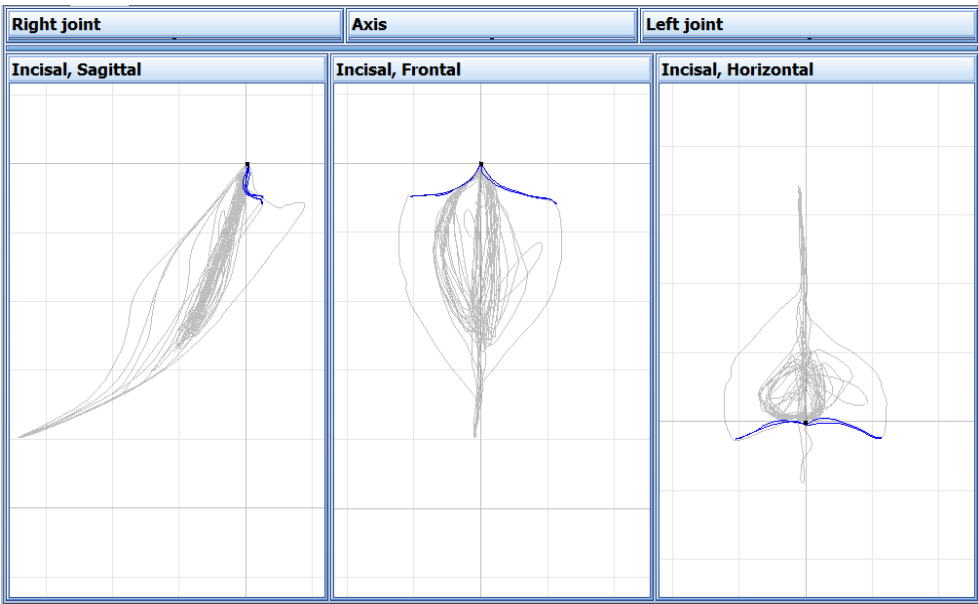


Figura 5.26: Posselt frontal.

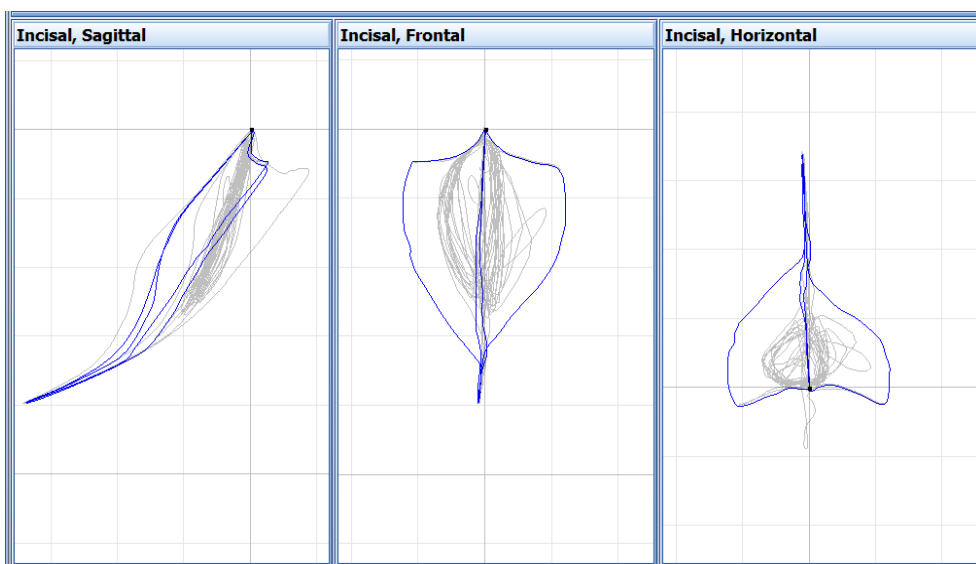
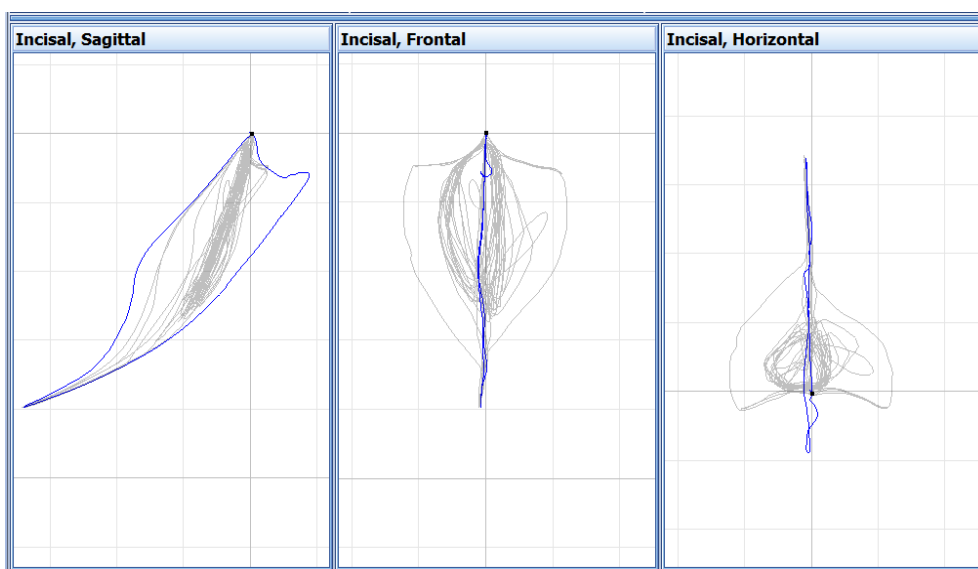


Figura 5.27: Posselt Sagital .



Els registres realitzats van incloure tots els moviments mandibulars, els registres de masticació unilateral dreta (figura 5.28) i els de masticació unilateral esquerra (figura 5.29). Les proves de masticació que es van realitzar amb el kinesiògraf van consistir en

masticació unilateral durant 20 cicles, amb 5 assajos per a cada costat (Taula 5.2). Les partícules de silicona triturades durant la masticació es van desestimar.

Taula 5.2:

Proves Masticatòries				
Número	Menjar Test	Duració	Assajos	Tipus de Masticació
1	Bolus tancat	20 cicles	5	Unilateral dreta
2	Bolus tancat	20 cicles	5	Unilateral esquerra

Les variables que es van mesurar a partir d'aquests registres van ser l'alçada i l'amplada del cicle masticatori, la llargada del lliscament oclusal, l'angle de guia incisal, la distància antero-posterior del cicle masticatori i la duració del cicle. La representació gràfica d'alguns d'aquest paràmetres es pot veure a les figures 5.28 i 5.29. L'asimetria d'aquests paràmetres es va calcular restant els valors obtinguts amb la masticació unilateral dreta amb els valors corresponents durant la masticació unilateral esquerra.

Figura 5.28: Masticació unilateral del costat dret.

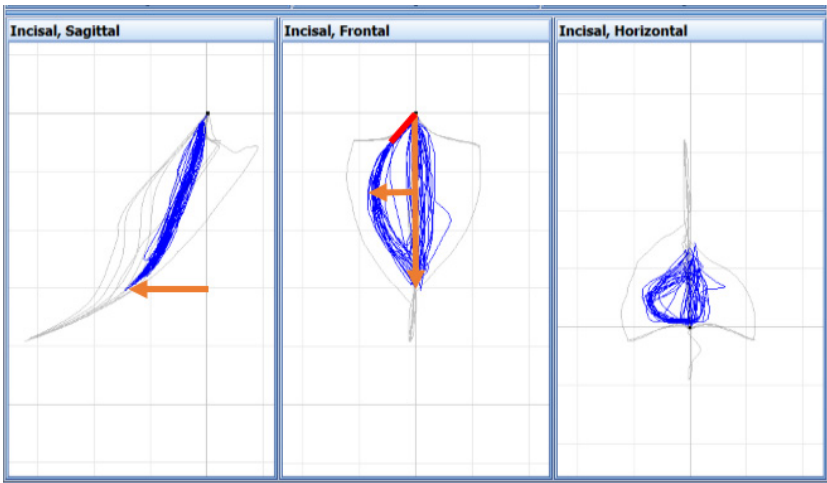
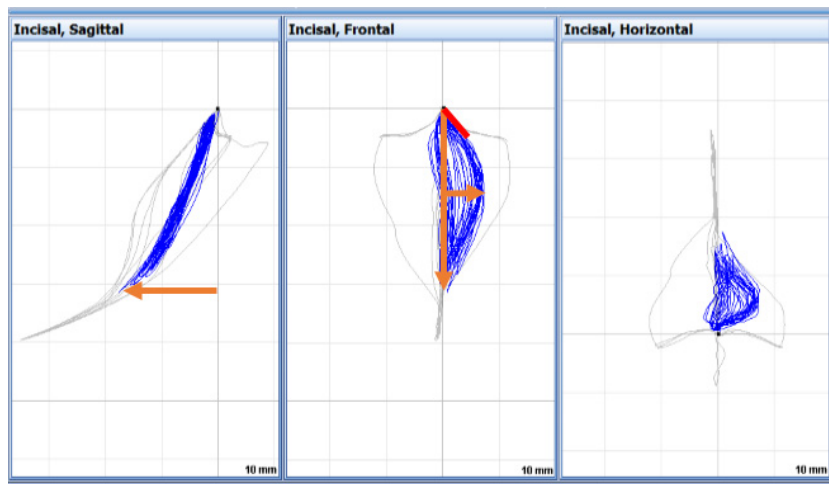


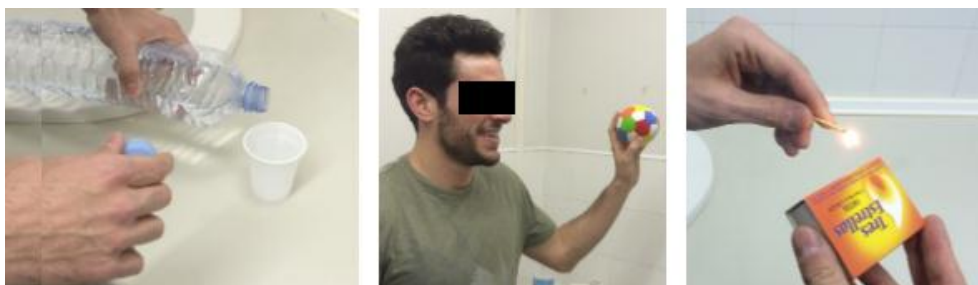
Figura 5.29: Masticació unilateral del costat esquerre.



5.2.2 Lateralitats funcionals:

Les proves de lateralitat van ser realitzades per un sol operador, i va consistir en determinar les lateralitats funcionals mitjançant 3 mètodes,^{6,90} de 3 repeticions cadascun. Per a determinar la lateralitat de la mà es va demanar al subjecte que ens passés una pilota petita, que encengués un llumí i que servís aigua en un got (Figures 5.30, 5.31, 5.32). Per a la lateralitat del peu es va demanar a l'individu que xutés una pilota, que trepitgés un rotllo de cotó del terra i que es mantingués en equilibri sobre una sola cama (Figures 5.33, 5.34, 5.35). Per a la lateralitat de la oïda se li va fer escoltar el subjecte a través de la paret, contestar a una trucada telefònica i que escoltés per uns auriculars que només tenien un terminal (Figures 5.36, 5.37, 5.38). Per últim, la lateralitat de la vista es va determinar fent mirar al subjecte dins una ampolla fosca on només hi havia un petit forat per mirar-hi dins, que mirés a través d'un tub i que mirés a través de l'objectiu d'una càmera de fotos (Figures 5.39, 5.40 i 5.41).

Figures 5.30, 5.31, 5.32: determinació de la lateralitat funcional de la mà.



Figures 5.33, 5.34, 5.35: determinació de la lateralitat funcional del peu.



Figures 5.36, 5.37, 5.38: determinació de la lateralitat funcional de la oïda.



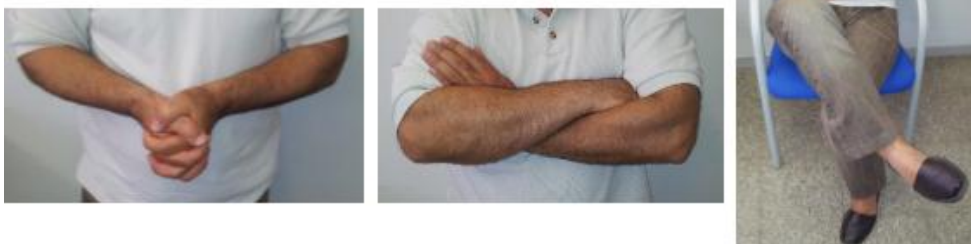
Figures 5.39, 5.40, 5.41: determinació de la lateralitat funcional de la vista.



5.2.3 Lateralitats posturals:

A continuació es va procedir a realitzar les proves de lateralitat postural. Per a determinar la lateralitat postural dels dits, se li va demanar al subjecte que entrecreués els dits de la mà dreta amb els de l'esquerra, i es va anotar el costat del dit polze que estava per sobre. Per a la lateralitat postural dels braços, es va demanar al subjecte que creués el braços per sobre del pit, i es va anotar l'avantbraç que estava per sobre. Per a determinar la lateralitat postural de les cames vàrem demanar que, assegut, creués les cames, una per sobre de l'altre, anotant la cama que estava per sobre⁸⁶ (Figures 5.42, 5.43, 5.44).

Figures 5.42, 5.43, 5.44: determinació de les lateralitats posturals.



5.2.4 Lateralitats estructurals:

Per a determinar les lateralitats estructurals es va demanar al subjecte que, assegut, inclinés el cap endavant. Es va anotar la posició (dreta, esquerra, centrat) i la direcció (horari, antihorari, sense determinar) del remolí del cabell. També se li va realitzar una fotografia (Figures 5.45, 5.46).

Figures 5.45, 5.46: determinació de la posició i la direcció del remolí del cabell



5.2.5 Determinació del costat de preferència masticatori:

La determinació del CPM es va fer mitjançant tres mètodes diferents, dos dels quals utilitzant la visió directa. La posició de la mandíbula en la fase de tancament es va determinar en tots els cicles masticatoris de la prova masticatòria d'estil lliure. Es va marcar com a referència un punt situat a la zona interincisiva inferior en tots els cicles masticatoris, i, amb l'ajuda d'uns comptadors manuals, es va registrar el costat del primer cicle i de la resta de cicles masticatoris.

Per a l'anàlisi dels cicles, es van utilitzar els següents tres mètodes:

- **Localització del bolus en el primer cicle masticatori:**

Mitjançant visió directa es va determinar la direcció del bolus durant el primer cicle de 5 assajos masticatoris. Amb els 5 valors obtinguts es va calcular "l'índex", amb un valor final que oscil·lava entre -1 i +1, on un signe positiu significava una tendència a mastegar per la dreta, i un signe negatiu per l'esquerra.⁹²

$$I = \frac{(dreta - esquerra)}{(dreta + esquerra)}$$

- **Moviment mandibular calculat amb l'índex d'asimetria:**

Aquest mètode consistia en determinar el CPM mitjançant el costat cap on es movia la mandíbula durant la fase de tancament, observat mitjançant visió directa. Es van registrar tots els cicles masticatoris de cada prova, i amb aquests es va calcular l'Índex d'Asimetria.¹⁰¹ De cada assaig es va obtenir 1 valor que oscil·lava entre -1 i +1, es va fer la mitjana dels valors dels 5 assaigs, i un signe positiu significava una tendència a mastegar per la dreta, i un signe negatiu per l'esquerra.

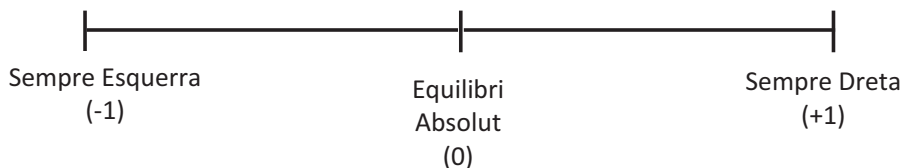
$$IA = \left[\frac{(\text{Nombre Cicles Drets}) - (\text{Nombre Cicles Esquerra})}{(\text{Nombre Cicles Drets}) + (\text{Nombre Cicles Esquerra})} \right]$$

L'Índex d'Asimetria és un índex quantitatiu que reflexa una idea del grau de lateralitat masticatòria que pot presentar el subjecte. Un valor de 0 significa que el subjecte mastega amb la mateixa freqüència per ambdós costats o que ho fa de manera bilateral pura, mentre que -1 o +1 significa que el subjecte només mastega per l'esquerra o la dreta, respectivament. Degut a que la mastiació bilateral inclou un nombre major de subjectes que aquells que obtinguin un valor de 0, alguns autors^{4,101,102} opten per a marcar l'indici dins d'aquest índex, obtenint així rangs on es puguin classificar els subjectes. Els subjectes amb valors presents en el rang d'entre -0,33 i -1 se'ls considerarà que tenen un CPM esquerre, i els subjectes amb valors presents en el rang d'entre 0,33 i 1 se'ls considerarà que tenen un CPM dret. Els subjectes amb valors d'entre -0,32 i 0,32 se'ls considerarà que masteguen de forma bilateral o alternada.

- **Mètode subjectiu:**

Se li va proporcionar a l'individu una EVA (Escala Visual Analògica) plastificada (Figura 5.47)

Figura 5.47. Escala visual analògica per determinar el costat de preferència masticatori
En l'escala visual analògica el subjecte havia de marcar una ratlla vertical en la línia horitzontal de 10 cm, atenent a les següents instruccions proporcionades per l'operador:



*“Marca el punt que millor descriu la freqüència i el costat per el qual mastegues, tenint en compte que l’extrem esquerra significa que mastegues sempre per l’esquerra, l’extrem dret significa que mastegues sempre pel costat dret i que el mig representa l’equilibri absolut”.*¹¹⁶

El valor de CPM utilitzant l'escala visual analògica es va obtenir mesurant en cm la distància del centre (el punt 0) a la línia marcada per el subjecte i es va dividir per 5. Si la marca estava al costat esquerre, se li va assignar un signe negatiu i si es trobava al costat dret, un signe positiu.

5.3 Fase 2:

5.3.1 Asimetries perifèriques:

En la segona fase es va determinar l'àrea de contacte oclusal només en la posició mandibular de màxima intercuspidació, i es va determinar amb el mateix mètode de la primera fase. La força mandibular unilateral màxima dels subjectes a la regió posterior es va mesurar utilitzant el gnatodinamòmetre. El rendiment masticatori es va calcular de la mateixa manera que en la primera fase tot i que no es van col·locar elèctrodes. L'únic paràmetre kinesiogràfic mesurat en la segona fase va ser el temps de cicle masticatori mesurat amb el cronòmetre, i es va calcular, tal i com s'havia fet a la fase 1, mesurant el temps que va trigar el subjecte a realitzar tots els cicles masticatoris i dividint-lo per el nombre total de cicles. Per tant, no es va fer cap prova amb l'ArcusDigma II.

5.3.2 Lateralitats funcionals

Després d'analitzar els resultats de la primera fase es va escollir una sola prova per a cada lateralitat, les que ens van oferir resultats més robustos. També es va determinar que la reproductibilitat no millora pel fet de repetir la prova 3 vegades. Per tant, per a la segona fase es van realitzar quatre proves de lateralitat funcional, sense repeticions. Per a determinar la lateralitat funcional de la mà es va demanar al subjecte que servís aigua en un got. La lateralitat funcional del peu es va determinar fent trepitjar un rotllo de cotó deixat a terra. Per a la lateralitat de la oïda es va fer escoltar el subjecte a través de la paret. La lateralitat de l'ull es va determinar fent mirar el subjecte a través d'un tub.^{6,90}

5.3.3 Lateralitats posturals

De la mateixa manera que a les proves de lateralitat funcional, es va determinar que la reproductibilitat no millora per el fet de repetir-ho 3 vegades. Per tant, tot i que les tres proves van ser les mateixes, en la segona fase només es va realitzar una repetició de les lateralitats posturals.

5.3.4 Lateralitats estructurals

La posició i direcció del remolí del cabell es va registrar de la mateixa manera que en la fase 1.

5.3.5 Determinació del CPM

El CPM es va determinar amb els mateixos tres mètodes que es van utilitzar en la primera fase.

5.4 Anàlisi de les dades:

Es van crear unes noves variables, anomenades “asimetria de...”, que van ser calculades per a cada paràmetre com la diferència absoluta entre els valor obtinguts al costat dret i al costat esquerre. Els valors d’asimetria de paràmetres del moviment mandibular es van obtenir restant els valors obtinguts durant la masticació unilateral dreta respecte l’esquerra, com en el cas de l’àrea de contacte en PIM i lateralitats, la força màxima de la mandíbula i la força de pinçament dels dits. L’asimetria en la força muscular durant la masticació es va obtenir restant la força obtinguda durant la masticació unilateral dreta respecte l’esquerra. La diferència entre costats en relació al rendiment masticatori es va calcular com la diferència absoluta entre el MPS obtingut mastegant unilateralment per la dreta i el MPS obtingut mastegant exclusivament per l’esquerra. De la mateixa manera es va calcular la diferència de durada del cicle masticatori. La interrelació entre els múltiples possibles factors que poden influir en el CPM aconsella que sigui estudiat mitjançant tècniques multivariants.^{25,131}

Per tant, un valor positiu per a una asimetria de les variables significa que el costat dret predomina per sobre de l’esquerre. Els valors del CPM per a cada subjecte en cada un dels tres mètodes emprats es trobaran dins de l’interval de -1 (si és un subjecte que mastega exclusivament per l’esquerra) a 1 (en el cas que ho faci només per la dreta).

Per a determinar si els subjectes presentaven un CPM, el va determinar el llinar al 33%, entenent per tant que un subjecte que presenti una masticació unilateral tindrà un CPM d’entre -0,33 i 0,33, i un mastegador consistent unilateral presentarà un CPM

de menys de -0,33 o més de 0,33. Aquests llindars han estat determinats segons altres estudis previs.^{4,101}

Per a avaluar la reproductibilitat dels paràmetres estudiats, es va repetir el procediment a 10 dels subjectes entre 2 i 4 setmanes després de realitzar l'estudi.¹³² El coeficient de correlació intraclasse (ICC) i l'índex kappa són mètodes per a determinar la fiabilitat de les variables quantitatives i categòriques, respectivament.

Totes les variables quantitatives excepte la determinació del CPM mitjançant el primer cicle segueixen una distribució normal ($P > 0.05$, Kolmogorov-Smirnov). Les comparacions es van dur a terme mitjançant el t-test d'Student per a mostres relacionades o independents. Els coeficients de correlació de Pearson o Rho d'Spearman van ser calculats per a avaluar la correlació entre les lateralitats perifèriques, funcionals i posturals i la lateralitat masticatòria per a cada mètode.

Finalment, i degut a que les variables estan interrelacionades, es va confeccionar un anàlisi de regressió múltiple lineal amb un nivell d'inclusió de 0,05 per a examinar si les variables estudiades podrien significativament contribuir a explicar el PCS determinat per a cada mètode.

L'anàlisi estadística es va executar amb el programa SPSS (IBM SPSS Statistics, version 21.0, Chicago, IL, USA), i es van considerar com a valors significatius els valors de P menors de 0,05.

RESULTATS

6. Resultats

En la primera fase de l'estudi es va excloure un participant per dolor dental durant les proves masticatòries que va remetre espontàniament al cap d'uns dies. Per aquesta primera fase van participar 42 subjectes, 23 dones i 19 homes, amb edats compreses entre 21 i 45 anys, amb una mitjana de 26,8 (SD 4,9) anys. En la segona fase no s'hi van produir incidències, i hi van participar 104 subjectes, 79 dones i 25 homes, amb un rang d'edat d'entre 20 i 41 anys amb una mitjana d'edat de 23.4 (SD 4.4) anys. Tenint en compte que el CPM va ser similar entre les dues mostres, que la metodologia de les dues fases va ser la mateixa, i donat que cap dels individus van participar en les 2 fases, es va decidir ajuntar les dues mostres per a aquelles variables que s'havien mesurat en ambdues fases. Per tant l'estudi es va fer amb una mostra total de 146 subjectes, 102 dones i 44 homes amb rang d'edat d'entre 20 i 45 anys i amb una mitjana de 24,4 anys.

La reproductibilitat de les principals variables obtinguda mitjançant el test-retest es mostra a la taula 6.1. Cal destacar l'alta reproductibilitat de les variables independents, especialment l'asimetria del rendiment masticatori. En quant als paràmetres de lateralitat funcional i postural, al ser unes variables dicotòmiques, l'índex Kappa va ser 1 o molt proper a 1.

Taula 6.1: Reproductibilitat de les variables estimades utilitzant el coeficient de correlació intraclass (ICC) i l'índex Kappa amb un interval de confiança (IC) del 95% (n=10).

Variables	ICC (95% IC)	Variables	Kappa (95% IC)
CPM_1erC	0.79 (0.40 : 0.94)	Lat Mà	0.82 (0.42 : 0.95)
CPM_IA	0.77 (0.37 : 0.93)	Lat Peu	1
CPM_EVA	0.93 (0.77 : 0.98)	Lat Oïda	0.82 (0.42 : 0.95)
		Lat Vista	1
Asim_MPS (mm)	0.81 (0.22 : 0.95)		
Asim_Temps (ms)	0.82 (0.27 : 0.96)	Lat Post Dits	1
Asim_FM (N)	0.68 (0.11 : 0.91)	Lat Post Braços	1
Asim_ACO (mm ²)	0.69 (0.16 : 0.91)	Lat Post Cames	0.82 (0.42 : 0.95)
		Remolí direcció	0.76 (0.28 : 0.93)
		Remolí posició	0.71 (0.18 : 0.92)

CPM_1erC = Costat de preferència masticatori determinat mitjançant el primer cicle. **CPM_IA** = Costat de preferència masticatori determinat mitjançant l'índex d'asimetria. **CPM_EVA** = Costat de preferència masticatori determinat mitjançant l'escala analògica visual. **Asim** = asimetria; **MPS** = median particle size; **Temps** = duració del cicle; **FM** = força de mossegada; **ACO**= àrea de contacte oclusal. **Lat** = lateralitat. **Post** = postural; **Remolí direcció** = direcció del remolí del cabell; **Remolí posició** = posició del remolí del cabell

Considerant els participants de les dues fases, independentment del mètode utilitzat per a la determinació del CPM, els subjectes van mastegar amb més freqüència per el costat dret (Taula 6.2). Utilitzant el llindar del 33%, el 45,2-71,9% (66-105 subjectes) van ser classificats com a mastegadors unilaterals consistents, 10,3-16,4% (15-24 subjectes) a l'esquerra i un 34,9-55,5% (51-81 subjectes) a la dreta. Un 28,1-54,8% (41-80 subjectes) van ser classificats com a mastegadors unilaterals alternats. Per a cada una de les lateralitats funcionals, el costat dret va ser preferit per la majoria dels subjectes. En canvi, per a les lateralitats posturals, el polze esquerra estava per sobre del dret amb més freqüència, tot i que la cama dreta era la predominant en el seu creuament, i no es va observar una predilecció en el cas de creuar els braços.

Taula 6.2: Anàlisi descriptiu del costat de preferència masticatori, asimetries perifèriques i lateralitats funcionals i posturals dels subjectes (n=146).

	Mitjana	IC 95% de la mitjana	% Dret	% Esquerre
CPM_1erC#	0.60	(-0.20 ; 1.0)	45.5	16.4
CPM_IA	0.22	(0.14 ; 0.29)	34.9	10.3
CPM_EVA	0.29	(0.22 ; 0.37)	45.5	14.4
Asim_MPS (mm)	0.08	(-0.06 ; 0.22)		
Asim_Temps (ms)	0.45	(-3.4 ; 4.3)		
Asim_FM (N)	1.82	(0.65 ; 3.0)		
Asim_ACO (mm ²)	-1.15	(-3.1 ; 0.8)		
Lat Mà	0.85	(0.76 ; 0.94)	92.5	7.5
Lat Peu	0.89	(0.82 ; 0.97)	94.5	5.5
Lat Oïda	0.41	(0.26 ; 0.56)	70.5	29.5
Lat Vista	0.41	(0.26 ; 0.56)	70.5	29.5
Lat Post Dits	-0.29	(-0.44 ; -0.13)	35.6	64.4
Lat Post Braços	-0.14	(-0.30 ; 0.03)	43.2	56.8
Lat Post Cames	0.64	(0.52 ; 0.77)	82.2	17.8
Remolí direcció	0.32	(0.19 ; 0.44)	95.2	3.4
Remolí posició	0.92	(0.86 ; 0.98)	48.6	48.6

CPM_1erC = Costat de preferència masticatori determinat mitjançant el primer cicle. **CPM_IA** = Costat de preferència masticatori determinat mitjançant l'índex d'asimetria. **CPM_EVA** = Costat de preferència masticatori determinat mitjançant l'escala analògica visual. **Asim** = asimetria; **MPS** = median particle size; **Temps** = duració del cicle; **FM** = força de mossegada; **ACO**= àrea de contacte oclusal. **Lat** = lateralitat. **Post** = postural; **Remolí direcció** = direcció del remolí del cabell; **Remolí posició** = posició del remolí del cabell # Degut a que aquesta variable no seguia una distribució normal, els valors es refereixen a la mediana i als percentils 25 i 75.

El coeficient de correlació de Pearson entre el CPM determinat amb cada un dels tres mètodes i les variables de les lateralitats dels factors perifèrics, funcionals i posturals estan representats a la taula 6.3.

Taula 6.3: Coeficient de correlació entre el CPM i les asimetries perifèriques, lateralitats funcionals i posturals

	CPM primer cicle (Rho Spearman)	CPM Índex Asimetria (r de Pearson)	CPM EVA (r de Pearson)
Asimetria MPS	-0.24**	-0.27**	-0.23**
Asimetria temps	-0.04	-0.07	-0.07
Asimetria força mandibular	0.33**	0.34**	0.24**
Asimetria ACO PIM	0.04	0.12	0.17*
Lateralitat mà	0.05	0.02	0.03
Lateralitat peu	0.02	0.08	0.08
Lateralitat oïda	0.19*	0.20*	0.25**
Lateralitat vista	0.10	-0.03	-0.06
Creuar dits	0.04	0.08	0.07
Creuar braços	-0.08	-0.02	-0.04
Creuar cames	0.10	0.18*	0.22**
Remolí direcció	0.13	0.10	-0.05
Remolí posició	-0.09	-0.07	0.13

MPS = median particle size; **Temps** = duració del cicle; **ACO** = àrea de contacte oclusal; **PIM** = posició d'intercuspidació màxima; **Lat** = lateralitat. **Post** = postural; **Remolí direcció** = direcció del remolí del cabell; **Remolí posició** = posició del remolí del cabell.

Degut a que aquesta variable no seguia una distribució normal, els valors es refereixen a la mitjana i als percentils 25 i 75.

* P<0.05; **P<0.01; Els valors en negreta representen una relació significativa.

Dels tres mètodes utilitzats per a determinar el CPM, tan sols l'Índex d'Asimetria i l'escala visual analògica van mostrar una distribució normal. Per tant, l'anàlisi de regressió múltiple es va dur a terme amb aquest dos mètodes. L'asimetria en la força de mossegada, l'asimetria en el rendiment masticatori i la lateralitat funcional de la oïda estan significativament relacionats amb el CPM, independentment del mètode utilitzat

per a determinar-lo. L'asimetria en l'àrea de contacte oclusal i la lateralitat postural de creuar les cames van estar dèbilment relacionades amb el CPM, i van ser dependents del mètode de determinació del CPM.

L'anàlisi de regressió múltiple mostra que l'asimetria en la força muscular i l'asimetria en el Rendiment Masticatori expliquen un 16% (ajustat $R^2=0.16$) de la variació en el CPM determinat mitjançant Índex d'Asimetria, i que la lateralitat de la oïda, l'asimetria en la força muscular i l'asimetria en la lateralitat postural de creuar les cames expliquen un 12% de la variació en el CPM determinat mitjançant l'escala visual analògica final (Taula 6.4).

Taula 6.4. Models de regressió per passos dels factors relacionats amb el costat de preferència masticatori (CPM) determinats mitjançant l'índex d'asimetria (IA) i l'escala visual analògica (EVA).

CPM-IA				
Models de les variables inclosos	Beta	R	R_a^2	F (Sig.)
1- Asimetria de força muscular (N)	0.34	0.34	0.11	19.0 (<0.001)
2- Asimetria rendiment masticatori	-0.23	0.41	0.16	14.4 (<0.001)
CPM-EVA				
Models de les variables inclosos	Beta	R	R_a^2	F (Sig.)
1- Lateralitat oïda	0.25	0.25	0.06	9.4 (0.003)
2- Asimetria de força muscular (N)	0.20	0.32	0.09	8.0 (0.001)
3- Creuar cames	0.19	0.37	0.12	7.4 (<0.001)

R_a^2 : ajustat a R^2 (fracció de la variància explicada). F (Sig.): F-valor i significança.

La prevalença de subjectes que van presentar una ALM va ser d'entre el 45 i el 71,9%, en funció del mètode aplicat, i la masticació bilateral o alternada es va presentar en un 28,1-55% dels subjectes (Taula 6.5). Si ens centrem en els mètodes per separat, l'Índex d'Asimetria no mostra diferències significatives entre els mastegadors unilaterals consistents i els alternats, i dins el grup dels mastegadors unilaterals consistents, la majoria (34%) tenien un CPM dret. En els cas dels dos altres mètodes, la determinació del CPM mitjançant el primer cicle i l'escala visual analògica, els resultats van ser molt

similars, i van detectar de manera més marcada la masticació unilateral consistent. El CPM determinat mitjançant aquests dos mètodes també va ser més elevat que el detectat amb el mètode anterior, mostrant que la majoria de subjectes (més la meitat del total) van presentar un CPM dret. Dins el grup de subjectes que van presentar una ALM, la majoria de subjectes van presentar una proporció similar de CPM dret (Taula 6.6).

Taula 6.5. Proporció de subjectes que presenten una ALM i CPM en funció del mètode de determinació del CPM.

Mètode	Unilat. Consistent	Dreta	Esquerra	Unilat. Alternat
IA	45%	34%	11%	55%
1C	71,9%	55%	16,9%	28,1%
EVA	70%	55,5%	14,5%	30%

IA = costat de preferència masticatori determinat mitjançant l'índex d'asimetria; **1C** = costat de preferència masticatori determinat mitjançant el primer cicle; **EVA** = costat de preferència masticatori determinat mitjançant l'escala analògica visual; **Unilat. Consistent** = mastegadors unilaterals consistents; **Unilat. Alternat** = mastegadors unilaterals alternats.

Taula 6.6. Proporció de subjectes que presenten una ALM que masteguen per la dreta i per l'esquerra, en funció del mètode de determinació del CPM.

Mètode	CPM Dret	CPM Esquerra
IA	73,91%	26,09%
1C	76,49%	23,51%
EVA	79,28%	20,72%

IA = costat de preferència masticatori determinat mitjançant l'índex d'asimetria; **1C** = costat de preferència masticatori determinat mitjançant el primer cicle; **EVA** = costat de preferència masticatori determinat mitjançant l'escala analògica visual

DISCUSSIÓ

7. Discussió

L'anàlisi de regressió múltiple mostra que el CPM determinat mitjançant índex d'asimetria està significativament relacionat amb l'asimetria en la força muscular i el rendiment masticatori, i aquests dos factors expliquen un 16% de la variació en el CPM. El CPM determinat mitjançant l'escala visual analògica està significativament relacionat amb la lateralitat de la oïda, l'asimetria en la força muscular i amb l'asimetria en la lateralitat postural de creuar les cames. Aquests dos factors expliquen un 12% de la variació en el CPM. Per tant, entre el 84 i el 88% de la variació del costat de preferència masticatòria podria ser explicada mitjançant variables no incloses en l'estudi i per l'error en la mesura de les variables. Aquest estudi també confirma que la majoria de subjectes de la població estudiada tenen una ALM, i la majoria d'aquests masteguen pel costat dret, independentment del mètode de determinació de la CPM. Aquestes troballes confirmen que, tot i que el CPM està influït en part per mecanismes de control central,^{6,90} la lateralitat masticatòria depèn més dels factors perifèrics, especialment aquells relacionats amb el rendiment masticatori mentre es mastega menjar dur.^{9,14,92}

Tenint en compte que entre el 84 i el 88% de la variació del costat de preferència masticatòria no han pogut ser explicada en el present estudi, no es pot descartar que en la majoria dels cicles, l'elecció de la CPM es produeixi de manera aleatòria.^{13,89}

Factors relacionats amb el CPM:

Tot i que en la primera fase no es va trobar una relació significativa entre l'àrea de contacte en posició de màxima intercuspidació i el CPM, els resultats globals de l'estudi mostren que l'asimetria d'àrea de contacte oclusal en PIM està dèbilment relacionada amb el CPM, ja que només hi està relacionada quan la preferència lateral masticatòria es determina mitjançant l'escala visual analògica. Tot i que aquesta relació esdevé no significativa en el model de regressió múltiple, cal tenir en compte que existeix una relació entre el rendiment masticatori i la força muscular amb l'àrea de contacte oclusal³⁶ i que l'asimetria de la força mandibular màxima i l'asimetria de l'àrea de contacte oclusal estan relacionades amb el CPM.¹⁴ En el present estudi però, al incorporar la variable d'asimetria de rendiment masticatori, l'asimetria de l'àrea de

contacte oclusal perd importància davant el CPM. Diversos autors han estudiat la relació entre l'àrea de contacte oclusal en màxima intercuspidació i el CPM, amb resultats contradictoris.^{9,12-15,25,26,29,32} Aquestes discrepàncies es deuen probablement a les diferències entre els subjectes estudiats i a la diferent metodologia emprada per al càlcul de l'àrea oclusal. Per a determinar l'àrea de contacte oclusal, alguns estudis han utilitzat l'exploració clínica sense cap mena de registre, determinant l'àrea de contacte oclusal en funció de les dents presents i del contacte existent entre elles.^{9,13} Els resultats obtinguts per aquests autors no coincideixen amb els resultats obtinguts en el present estudi. Tenint en compte que aquest mètode presenta moltes limitacions, ja que tan sols és una suposició de l'àrea de contacte real, considerem que no és prou vàlid per a determinar l'àrea de contacte oclusal.

Amb la voluntat d'aconseguir un registre objectiu de l'àrea de contacte, un estudi va utilitzar la transil·luminació de registres de cera i el seu posterior processat per obtenir-ne una imatge digitalitzada en escala de grisos.¹⁵ Coneixent prèviament la relació entre el gruix i el to de gris obtingut, es possible fer una extrapolació per a determinar el gruix de la cera, i en conseqüència de la superfície oclusal. Els resultats d'aquest estudi si que mostren consonància amb els obtinguts en el present estudi, probablement degut a la similitud dels mètodes, malgrat la diferència de material utilitzat. Altres autors han optat per a calcular l'àrea de contacte oclusal en PIM mitjançant la força exercida sobre un registre electrònic sensible a la pressió (Dental Prescale®) i el seu posterior escanejat.^{25,26} El sensor de registre presenta un canvi de coloració quan és sotmès a pressió, permetent determinar-ne l'àrea. Les limitacions d'aquest sistema rau en el fet que perquè quedi registrada l'àrea de contacte oclusal, és necessari que el subjecte exerceixi una força muscular major que la necessària en comparació als altres mètodes descrits. Per tant, aquest sistema no seria comparable a altres que utilitzen materials que ofereixen menor resistència al contacte oclusal. A part, en el moment del registre, el sensor està interposat en tot moment entre les cares oclusals. Tot i que el gruix del sensor és de 97µm, caldria veure si altera la relació entre les cares oclusals i en la determinació de l'àrea de contacte oclusal.

En relació a l'asimetria d'àrea de contacte en lateralitats, els resultats de l'estudi coincideixen amb estudis de metodologia similar, en els quals no es va trobar una relació significativa entre el CPM i l'asimetria en el tipus d'oclusió dinàmica.¹⁴ Un estudi havia

afirmat que les interferències en treball i balanceig no tenien relació amb el CPM.¹³ Tot i així, aquest estudi es basava en exploracions clíniques, i no determinava el tipus d'oclusió dinàmica ni l'àrea de contacte oclusal en les posicions excèntriques. Per altra banda, un altre estudi va observar clínicament els contactes en treball i no treball, i va concloure que s'utilitzava per mastegar amb més freqüència el costat que presenta més contactes en balanceig.⁹ Tot i així, l'estudi no especifica el tipus d'oclusió dinàmica que presentaven els pacients, ni l'àrea de contacte de cada costat. En el present estudi, tan sols en la primera fase, amb una mostra de n=42 es va trobar una relació significativa entre el nombre de contactes en el costat de no treball durant la lateralitat a 1,5 mil·límetres i el CPM, però tan sols quan aquest va ser determinat mitjançant el primer cicle masticatori. Les variables d'oclusió dinàmica no expliquen millor que les variables d'oclusió estàtica la selecció del CPM. Per aquest motiu, les proves per a determinar el tipus d'oclusió dinàmica i l'àrea de contacte oclusal en lateralitats no es van realitzar en els 102 subjectes de la segona fase.

El registre de les lateralitats presenta diverses dificultats. En primer lloc depèn de l'habilitat del subjecte per a situar la mandíbula directament a la posició de lateralitat desitjada, sense protruïr la mandíbula ni lliscar les dents. En segon lloc, degut a la poca estabilitat oclusal de la posició registrada, és difícil que el subjecte mantingui la posició sense moure's durant el temps de fraguat del material. Els resultats del present estudi poden significar que l'asimetria en el tipus d'oclusió dinàmica, així com l'asimetria en l'àrea de contacte en lateralitat, ja sigui a 1,5 o 3 mil·límetres no estan relacionades amb el CPM, que aquesta relació és poc intensa, que no és detectable degut a la dificultat del mètode utilitzat.

Junt amb l'asimetria en el rendiment masticatori, l'asimetria en la força muscular va resultar ser un dels factors perifèrics significativament relacionats amb el CPM. Un estudi amb una població i una metodologia molt semblant ja va demostrar que la força muscular està relacionada de manera positiva i significativa amb el CPM, ja que l'asimetria en la força exercida a nivell de molars és significativament major al CPM.¹⁴ Tot i així, degut al disseny transversal de l'estudi, no es pot establir una relació de causa i efecte respecte a aquesta correlació. Un altre estudi³⁵ conclou que les forces a nivell local de la zona posterior del CPM són majors que el costat on no es mastega amb tanta freqüència, amb la única excepció de les forces oclusals derivades de la deglució. Cal

mentonar, però, que aquest estudi es va realitzar en subjectes amb pròtesi complerta superior i pròtesi sobre implants fixa inferior, i per tant és difícilment comparable als subjectes joves i completament dentats. Un altre estudi, realitzat en subjectes joves i sans amb dentició complerta va calcular l'asimetria de la força muscular mitjançant la força exercida sobre un registre electrònic sensible a la pressió (Dental Prescale®).²⁵ L'autor conclou que existeix relació entre el CPM i l'asimetria de la força masticatòria quan no s'exerceix una contracció muscular voluntària màxima, és a dir, durant una contracció submàxima, concretament al 30 i 60% d'aquesta. El fet que al 100% de força exercida la relació entre aquesta i el CPM desaparegui podria ser degut a la sobresaturació del sensor, ja que 5 dels 12 subjectes van sobrepassar la força màxima de mesura que permet el sistema, tot i que això no va succeir en la majoria les mesures. Cal tenir en compte que en aquest estudi, el CPM es va determinar de manera subjectiva, que la força que es va exercir no es va produir durant el procés masticatori i que la mostra va ser molt reduïda, de 12 subjectes. En un altre estudi que va utilitzar el mateix sistema, Takahashi et al.²⁶ afirmen, coincidint amb el present estudi, que l'ALM està relacionada amb l'asimetria de la força muscular, ja que els subjectes que presenten una ALM presenten una major força oclusal del CPM respecte a l'altre costat. En canvi, per als subjectes dentats que no presenten una ALM, així com en els subjectes portadors de pròtesi complerta, no existeixen diferències significatives entre la força exercida als dos costats. Degut al disseny transversal del present estudi, tot i que s'ha constatat que el costat més eficient és el que s'utilitza amb més freqüència per a mastegar, no es pot demostrar si el fet d'augmentar el rendiment masticatori en un costat seria la causa o el resultat de preferir aquell costat per a mastegar. Per a clarificar aquest aspecte, caldria dur a terme un estudi de disseny longitudinal prospectiu.

En present estudi es va utilitzar un gnatodinamòmetre dissenyat per el Departament de Ciència dels Materials de la Universitat Politècnica de Catalunya per a mesurar la força muscular, utilitzat prèviament en altres estudis.^{14,36} La limitació principal d'aquest aparell rau en la distància de 20,5mm dels braços, que obliga al subjecte a realitzar la màxima força amb la boca oberta, probablement sense poder obtenir la força màxima real, ja que no es pot exercir la màxima força de la mateixa manera amb la boca tancada que oberta. No obstant, tenint en compte que en els dos costats es mesura la força de la mateixa manera, l'error en l'obtenció de l'asimetria de

la força muscular és mínim. L'ideal seria conèixer l'asimetria muscular durant la masticació unilateral, és a dir, la força muscular quan es mastega només per la dreta menys la força muscular quan es mastega per l'esquerra enlloc de la asimetria de la força mandibular màxima. En la primera fase del present estudi es va mesurar la força mandibular durant la masticació unilateral i es va obtenir l'asimetria de força muscular durant la masticació. Malgrat que un autor³⁹ recolza la idea que l'asimetria de la força mandibular durant la masticació unilateral es pot calcular a partir de l'activitat electromiogràfica dels músculs masticatoris, en el present estudi aquest mètode no explicava millor la selecció del CPM en comparació amb l'asimetria de la força mandibular màxima, probablement degut a que només es va mesurar l'activitat electromiogràfica d'un sol múscul, i en la masticació n'intervenien molts. Tenint en compte la dificultat tècnica i el cost econòmic que suposa, aquesta prova no es va realitzar en la segona fase.

En el present estudi els subjectes van presentar un millor rendiment masticatori en el CPM determinat amb qualsevol dels tres mètodes utilitzats. Tot i així, el rendiment masticatori explicaria tan sols el 9% de l'elecció del CPM. El 91% restant es podria deure a altres factors o a errors del mètode. Aquests resultats son deguts probablement a la homogeneïtat de la mostra: subjectes sans, sense absències dentals ni problemes de dolor i/o mobilitat mandibular. Si la mostra hagués sigut més heterogènia, amb subjectes parcialment edèntuls unilaterals en el sector posterior, probablement la relació entre el rendiment masticatori i el CPM hauria sigut més alta. Una altra limitació rau en el fet de que els participants eren voluntaris adults joves vinculats a la Facultat d'Odontologia. Alguns dels exercicis realitzats en l'estudi, com el registre oclusal en lateralitats, requereixen una habilitat en cinètica mandibular que els subjectes, degut a la seva implicació en l'odontologia, dominen amb més facilitat. Aquestes habilitats no son tant presents en la mateixa població (adults joves) que no pertanyen a la branca de l'odontologia. A part, per a l'estudi es van utilitzar subjectes joves sans i amb dentició natural complerta, una població diferent de la que sol requerir tractament mitjançant pròtesi dental. Per tant, els resultats obtinguts no son extrapolables a altres tipus de població, ni a nens o a persones d'edat avançada.

Yurkstas,³⁴ en la mateixa línia, va afirmar que els subjectes tendeixen a fer servir el costat més eficient, i que en els subjectes que no presenten un CPM, en el cas de

produir-se una pèrdua de dents, passaven a presentar un CPM, i que aquest era el costat amb més eficiència. Aquest estudi, però, va utilitzar una mostra molt heterogènia, variant entre subjectes completament dentats i portadors de pròtesi complerta. Coincidint amb l'anterior autor, un altre estudi⁹ realitzat mitjançant un qüestionari i una exploració clínica afirma que els subjectes que presenten menys dents a nivell unilateral posterior presenten un CPM més marcat cap al costat oposat, a diferència dels subjectes amb dentició complerta o pròtesi fixa, que tendeixen a no presentar un CPM amb tanta freqüència. Similarment, un altre estudi²² realitzat mitjançant un qüestionari a la població general i a subjectes amb disfunció craniomandibular, afirma que la falta de funció masticatoria d'un costat pot condicionar al subjecte a presentar el CPM al costat contralateral. En contraposició, altres estudis han trobat resultats contradictoris.^{20,32} Un estudi afirma que la relació entre el rendiment masticatori i el CPM no és conclouent.²⁰ Aquest resultat probablement és degut a la reduïda mida de la mostra i pel fet que es van utilitzar una l·laminadura de consistència gomosa com a menjar test per a determinar el CPM. Aquest menjar test, de duresa, consistència i textura similar al xiclet no és comparable al moviment que es realitza per a triturar un menjar test més dur.¹¹⁶ El rendiment masticatori es va determinar mitjançant la mastiació unilateral amb una ametlla com a menjar test. El mateix autor reconeix en l'estudi les limitacions d'estandardització del menjar test natural. Aquest, tot i posseir una facilitat en la mesura de les partícules mastegades, no presenta una alta cohesivitat, per tant és molt complicat que el subjecte mastegui de forma purament unilateral, ja que partícules del menjar test poden anar a parar al costat contralateral durant la mastiació. Aquestes discrepàncies presents en la literatura poden ser explicades mitjançant les diferents poblacions estudiades, la variació en la definició del CPM i en conseqüència, els mètodes per a determinar-lo.^{9,14}

Els resultats obtinguts en la primera fase ens van mostrar que de tots els paràmetres kinesiogràfics estudiats, tan sols existia una relació entre l'asimetria de l'angle oclusal i el CPM determinat mitjançant la tècnica del primer cicle masticatori. Tenint en compte el cost de l'equipament, la dificultat de manipulació i els resultats obtinguts, no compensa la utilització del kinesiògraf ArcusDigma II per a la mesura de paràmetres masticatoris i relacionar-los amb el CPM, ja que s'ha demostrat que existeixen altres tècniques més senzilles i econòmiques que aporten més fiabilitat i

validesa.¹¹⁶ Per aquest motiu, l'aparell no es va utilitzar en la segona fase. Els resultats obtinguts podrien ser deguts al funcionament del propi aparell, ja que per a la seva utilització és necessari la confecció d'una forquilla de fixació mandibular que impedeix el segellat labial del subjecte durant la masticació, possiblement alterant-la. Santana-Mora i col·laboradors⁷¹ van trobar que els pacients que tendeixen a mastegar per un costat presenten una guia condíllia més pronunciada i un angle de guia anterior més pla. Tot i que els resultats obtinguts al seu estudi no coincideixen amb els del present estudi, aquests no són extrapolables als altres estudis realitzats amb diferents kinesiògrafs, tals com el Myotronics o el Sirognatograph,^{15,17,30,81,98,101,106,119} ja que cada mecanisme per al registre de moviments mandibulars presenta unes característiques diferents.

En l'estudi realitzat, l'asimetria del temps de cicle masticatori no va resultar estar significativament relacionada amb el CPM. Per tant, els cicles d'ambdós costats no mostren diferències significatives en la seva durada. Aquest resultat coincideix amb dos estudis,^{33,133} que no van trobar diferències significatives entre els temps dels cicles masticatoris de cada costat en subjectes amb dentició normal. Tot i així, aquests estudis van utilitzar xiclet com a menjar test, que degut a la seva consistència no és comparable al moviment que es realitza per a triturar el menjar.¹¹⁶ Altres estudis, però, han trobat resultats no coincidents. D'aquesta manera, un estudi⁷⁰ afirma que el cicle masticatori era lleugerament més curt quan els subjectes mastegaven per el costat esquerre. Aquest estudi, però, va utilitzar cacauets com a menjar test, i per tant els resultats no son extrapolables als del present estudi. Per a confirmar la falta de relació entre el temps de cicle masticatori i el CPM, caldria realitzar l'estudi amb diferents menjars test, ja que en el present estudi només se'n va utilitzar un.

Els resultats de l'estudi suggereixen que no existeix una relació entre la lateralitat funcional de la mà i el CPM, en concordança amb la majoria d'estudis.^{9,13-16,29,30,82,88,89,92,105} La lateralitat funcional de la mà és la més estudiada sobretot degut a la seva alta prevalença, però cal tenir en compte que aquesta alta dominància de la lateralitat dreta de la mà en comparació a altres lateralitats funcionals es pot atribuir a factors socials i ambientals.⁶ Un autor hi ha trobat una relació positiva però dèbil, i tan sols en dentició mixta.⁹⁰ Un altre autor hi ha trobat una relació positiva i significativa,¹¹ tot i que el mateix autor reconeix que la majoria dels subjectes que presentaven una preferència per l'esquerra en la lateralitat funcional de la mà també mastegaven per la

dreta. Les discrepàncies trobades en aquests dos estudis poden ser explicades degut a la diferència de la població estudiada (subjectes en dentició mixta en un estudi, i en l'altre alguns són portadors de pròtesi sobre implants), al mètode utilitzat per a determinar el CPM, ja que si es té en compte només el primer cicle, l'ALM augmenta i al menjar test, ja que els dos únics articles^{11,90} que hi ha trobat relació han utilitzat el xiclet, i els estudis que van utilitzar menjar dur, tal com silicona o pastanaga crua, no han trobat una relació entre la lateralitat masticatòria i la preferència funcional de la mà.^{13,14,16} Una limitació de l'estudi és que, degut al baix percentatge de subjectes que presentin lateralitats funcionals al costat esquerre, el nombre de subjectes d'aquestes característiques de la mostra és baix, limitant la potència estadística de detectar associacions més dèbils. Una altra limitació de l'estudi va ser que només es va utilitzar un sol tipus de menjar test per a determinar el CPM, i per tant els resultats de l'estudi només son aplicables a aquest tipus de menjar test.

Tot i que la preferència per el peu ha estat considerada per a un autor com el millor predictor cerebral de lateralització de totes les lateralitats,⁹¹ no s'ha trobat una relació significativa i positiva entre aquesta lateralitat i el CPM. Els resultats de l'estudi coincideixen amb un altre article,²⁹ que va arribar a la mateixa conclusió. En contraposició, altres autors si que han trobat una relació entre aquests dos factors, malgrat que la relació és dèbil.^{11,90,92} En un dels estudis,⁹⁰ la correlació esdevé positiva per a subjectes amb dentició mixta i permanent, però el menjar test que es va utilitzar va ser el xiclet. El menjar test i el mètode de determinació del CPM son possibles motius per a les discrepàncies en els resultats obtinguts. Un altre estudi que ha trobat relació entre el CPM i la lateralitat funcional del peu⁹² utilitza per a determinar la prevalença de les lateralitats funcionals la cita d'un estudi previ.¹³⁴ Per tant, les dades que relacionen la lateralitat funcional de la oïda amb el CPM no corresponen als mateixos subjectes. Caldria estudiar les similituds i diferències de les mostres per comprovar si són comparables o no. El tercer estudi que va trobar una relació dèbilment positiva¹¹ va utilitzar com a menjar test el xiclet. Caldria estudiar si existeix alguna diferència en els resultats de l'estudi en funció del menjar test utilitzat.

La majoria d'autors coincideixen amb els resultats de l'estudi, donant suport a la idea que no existeix relació entre la lateralitat funcional de la vista i el CPM.^{29,90,92} Tan sols un estudi ha trobat una relació positiva i significativa entre els dos factors.¹¹ Tot i

així, el mateix autor reconeix que el baix percentatge de subjectes que van presentar una lateralitat funcional esquerra fa que s'hagin de analitzar amb cautela els resultats. Caldria dissenyar un estudi amb una mostra més homogènia en relació a la prevalença de lateralitats funcionals.

La lateralitat de l'oïda va resultar ser la que va presentar una relació més significativa amb la lateralitat masticatòria de totes les lateralitats funcionals estudiades, i no depenia del mètode utilitzat per determinar el CPM. No obstant, la relació va ser dèbil, i, en els models de regressió múltiple, només va resultar com a factor clau en el model del CPM determinat mitjançant l'escala visual analògica. Aquest resultat està en consonància al que van arribar Strauss i cols.⁹³ que van afirmar que la lateralitat auditiva és un predictor més fiable del hemisferi predominant en la parla que les lateralitats de la mà, el peu o la vista. Per altra banda, una possible explicació per la relació entre el CPM i la oïda és que la proporció de subjectes amb el CPM i la lateralitat auditiva al mateix costat era més similar que per altres variables, com la mà o el peu. Nissan i cols.⁶ en un estudi realitzat en subjectes completament dentats i en subjectes amb pròtesi sobre implants hi van trobar una relació positiva, tot i que moderada. En aquests dos estudis es realitzen tres proves de lateralitat funcional de la orella: escoltar la paret, despenjar un telèfon per contestar i posar-se a la orella un auricular. El mateix procediment per a la determinació de la lateralitat de la oïda va ser utilitzat en un altre estudi,⁹⁰ però en aquest cas, aquest es va realitzar en subjectes amb dentició primària (de 3 a 5 anys), dentició mixta (de 6 a 12 anys) i amb dentició permanent (de 18 a 47 anys). Aquest autor afirma que existeix una correlació positiva, tot i que dèbil, entre el CPM i la lateralitat de la oïda en subjectes amb dentició primària i permanent, però no mixta. Degut a que en dues de les proves per a determinar la lateralitat auditiva cal la intervenció de la mà (despenjar un telèfon per contestar i agafar un auricular de música per posar-lo a la orella), i tenint en compte que la lateralitat de la mà és més influenciable per factors socials i ambientals, segons un estudi dels mateixos autors,⁶ dues de les proves de determinació de la lateralitat de la oïda podrien estar influïdes per la lateralitat de la mà. La tercera prova coincideix amb la realitzada a la segona fase de l'estudi. Seria de gran interès, per tant, conèixer la relació de la preferència auditiva amb aquesta sola prova i el CPM, ja que seria més fàcilment comparable als resultats obtinguts. L'autor del segon article⁹⁰ afirma que, per a validar els resultats i degut a la

gran asimetria entre els subjectes que presenten una lateralitat funcional dreta en detriment de l'esquerra, seria d'interès realitzar un estudi augmentant la mostra dels subjectes que presentessin una lateralitat funcional a l'esquerra. Un altre estudi⁹² si que ha relacionat positivament i de forma significativa la lateralitat de la oïda i el CPM. L'autor va determinar el CPM mitjançant la visió directa i tenint en compte el primer cicle, però per a determinar la prevalença de les lateralitats funcionals, cita un altre autor per a determinar-ne la prevalença.¹³⁴ Per tant, les dades que relacionen la lateralitat funcional de la oïda amb el CPM no corresponen als mateixos subjectes, raó per la qual hem d'interpretar amb molta cautela els resultats. Estava justificada, per tant, la realització d'un estudi que explorés la relació entre les lateralitats funcionals de la oïda i el CPM sense les limitacions metodològiques presents en els estudis anteriors. Després d'analitzar els resultats de la primera fase es va escollir una sola prova per a cada lateralitat, les que ens van oferir resultats més robustos. També es va determinar que la reproductibilitat no millora pel fet de repetir la prova 3 vegades. A part, es va intentar desvincular la influència de la lateralitat funcional de la mà en la lateralitat de la oïda, motiu per el qual es va escollir una prova que no impliqués la manipulació d'objectes, com el fet d'escoltar amb l'orella enganxada a la paret.

Dintre de les asimetries en les lateralitats posturals, el creuar les cames és la que podria estar més relacionada amb el CPM. Per a les altres lateralitats posturals, no es va trobar cap relació positiva amb el CPM. Si la lateralitat masticatòria i les lateralitats posturals estan relacionades, seria possible que aquestes dues lateralitats estiguessin controlades per els mateixos factors. Tot i així, la lateralitat postural de creuar les cames presenta una relació dèbil amb el CPM. No es pot descartar, per tant, que aquesta relació estigui influenciada per la similitud de proporcions entre els subjectes que tendeixen a mastegar més per un costat i els que prefereixen creuar la cama del mateix costat.

Tot i que un estudi conclou que les asimetries posturals i funcionals estan relacionades amb la posició i direcció del remolí del cabell⁹⁶ i un altre estudi afirma que la posició medial del remolí del cabell i la direcció antihorària estan relacionats amb el fet de no ser dretà,⁹⁷ els resultats de l'estudi mostren que la posició i la direcció del remolí del cabell no estan relacionats amb el CPM. Aquest resultat es podria deure a que

els factors que determinen les lateralitats funcionals i posturals i les lateralitats estructurals, com la posició del remolí del cabell, no són comuns.

Tot i que algunes asimetries funcionals o posturals tals com la lateralitat funcional de la oïda o la lateralitat postural de creuar les cames semblen estar relacionades amb el CPM, els factors perifèrics com l'asimetria de la força muscular i l'asimetria en el rendiment masticatori són els factors més íntimament relacionats amb el CPM en adults amb dentició natural. Tenint en compte que aquests factors expliquen un 16% de la variació en el CPM, sembla plausible pensar que en absència rellevant de asimetries perifèriques, el SNC pot tenir més influència en el CPM. Es va trobar una relació dèbil entre l'àrea de contacte oclusal en màxima intercuspidació i l'asimetria de l'angle oclusal i el CPM. Per altra banda, l'asimetria de l'àrea de contacte en lateralitats i el tipus d'oclusió dinàmica, la majoria de paràmetres kinesiogràfics, el temps de cicle masticatori, les lateralitats funcionals de la mà, peu i vista, les lateralitats posturals de creuar els dits i els braços i la posició i direcció del remolí del cabell no estan relacionats amb el CPM.

Prevalença ALM:

Aquest estudi ha observat que en dos dels tres mètodes utilitzats, els individus adults amb dentició natural mastegant silicona presentaven una ALM. Els resultats obtinguts en el present estudi en quant a percentatge d'individus que presenten una ALM es troba situat dins el rang dels altres estudis similars, amb una prevalença d'entre el 57,89 i el 100%.^{4-6,8,11, 13,14,16,17,29,30,40,71,75,80,84,88-90,98-100,103,105,106}

Els resultats del present estudi mostren clarament que el percentatge d'individus amb asimetria lateral masticatòria depèn del mètode utilitzat per determinar el CPM. Si el mètode utilitzat té en compte només el primer cicle o tots els cicles masticatoris, el percentatge d'individus amb ALM oscil·la entre el 72 o 45% respectivament, tot i utilitzar el mateix menjar test i en la mateixa mostra. Tenint en compte la variabilitat dins el mateix estudi, no és d'estranyar que existeixi tanta discrepància entre els estudis que han determinat la prevalença de l'ALM, oscil·lant entre el 21,8 i el 100% segons l'estudi consultat,^{5,23,29,84,98,99} en funció de la definició del mètode utilitzat per a determinar l'ALM. Amb l'Índex d'Asimetria, mètode que té en compte tots els cicles masticatoris, es

va obtenir un percentatge de subjectes que masteguen unilateralment significativament menor (45%) que tenint en compte els mètodes del primer cicle i l'escala visual analògica (71,9 i 70% respectivament). Això es deu a que al contrari a altres mètodes com l'escala visual analògica, on hi podria haver més influència del primer cicle, l'ALM es podria manifestar amb més claredat durant els primer cicles,²⁹ especialment si el menjar es dur.^{101,109} Això pot significar que els subjectes, a l'hora de valorar subjectivament si tenen una asimetria lateral masticatòria mastegant menjar test, tenen més present el primer cicle i no tant la conjunció de tots els cicles masticatoris. És possible que el tipus de menjar test utilitzat hagi influït en la determinació del CPM, ja que aquells estudis que han utilitzat un menjar test amb alta duresa, com la silicona o la pastanaga crua no han trobat una relació positiva entre el CPM i la lateralitat funcional de la mà.^{13,14,16} Per altra banda, altres estudis que han utilitzat el xiclet com a menjar test^{6,90} sí que hi ha trobat relació. Malgrat que el xiclet posseeix una fàcil estandardització, permet una molt bona reproductibilitat dels moviments mandibulars i presenta una alta cohesivitat, la seva textura no és similar als aliments naturals. Quan es mastega un aliment dur es requereix més força en ser mastegat, i això pot induir a utilitzar el costat més eficient, evocant que el subjecte presenti una ALM amb més facilitat, determinant així d'una manera més fiable el CPM.^{101,109} Per altra banda, no se sol mastegar xiclet de la mateixa manera que es trituren els aliments, sinó que se sol fer com a entreteniment, i per tant aquest procés podria estar més influenciat per factors centrals.¹⁴ Les limitacions de la silicona com a menjar test rau en que la seva duresa no el fa apropiada per a determinar el CPM en totes les poblacions, ja que per als subjectes desdentats amb pròtesi complerta no resulta fàcil la seva trituració. A part, els resultats obtinguts respecte a la silicona no son extrapolables a altres menjars test, ja siguin naturals o artificials. Perquè ho fossin, caldria dur a terme un altre estudi on es comparessin els diferents tipus de menjars.

A nivell de les diferències de la població estudiada, com més heterogènia és una població, major variabilitat presenta. En un estudi⁹ realitzat amb una població molt diversa en quant a edat, estat dental i procedència dels subjectes, el 63% de la variació en l'elecció de masticació unilateral o bilateral pot ser explicada per el sexe, l'edat i certs factors perifèrics, tals com la disfunció craniomandibular, la pèrdua asimètrica de dents o el fet de portar una pròtesi parcial amovible.

Distribució del CPM:

En consonància amb la majoria d'estudis,^{4-6,9,11,14,16,17,29,30,33,75,79,80,84,90,92,103,109,110} i tenint en compte que per als mètodes d'índex d'asimetria i l'escala visual analògica per a determinar el CPM l'interval de confiança del 95% de la mitjana és positiu i no inclou el valor 0, podem afirmar que la majoria de la població tendeix a mastegar amb més freqüència per el costat dret en detriment del costat esquerre. Altres autors, però, no han trobat diferències significatives entre ambdós costats.^{12,13,16,27,40,80,99,105,106,111} Aquestes discrepàncies es poden deure a la heterogeneïtat de les mostres, com subjectes amb dentició primària o mixta^{80,88,105,111} o pacients odontològics que cerquen tractament protèsic,²⁷ als diferents mètodes, tals com la visió directa,^{13,80,105,111} l'entrevista^{27,40,99} o la kinesiografia,^{16,106} o diferències en el tipus de menjar test, ja sigui amb diverses textures¹² o xiclet.^{40,80,106} En un estudi⁹ amb una mostra molt diversa en quant a edat, estat dental i dolor craniomandibular, el CPM estava associat significativament al dolor articular unilateral, als sorolls articulars unilaterals i a la pèrdua asimètrica de dents.

Malgrat que la masticació per el costat dret i les lateralitats dretes són més freqüents, no s'ha trobat una relació, excepte la lateralitat de la oïda, entre els factors centrals i el CPM. En canvi, els factors perifèrics com l'asimetria de la força muscular i l'asimetria en el rendiment masticatori són els factors més íntimament relacionats amb el CPM en adults amb dentició natural, explicant un 16% de la variació en el CPM. Sembla plausible pensar, per tant, que en absència rellevant de asimetries perifèriques, el SNC pot tenir més influència en el CPM. Aquest estudi també confirma que la majoria de subjectes de la població estudiada presenten una ALM, i la majoria d'aquests masteguen pel costat dret, independentment del mètode de determinació de la CPM. El present estudi confirma que la asimetria dels factors perifèrics està més directament correlacionada amb la lateralitat masticatòria que els factors centrals.

Tot i així, per conèixer si la restauració del costat de no preferència masticatori pot canviar la lateralitat masticatòria, i si aquesta afectaria en major o menor mesura el rendiment masticatori que si la rehabilitació prostodòntica es realitzés al CPM, s'hauria de dissenyar un estudi longitudinal prospectiu en subjectes parcialment edèntuls. La

variabilitat inter i intrasubjecte de l'índex de asimetria per a la determinació del CPM recolza la idea que en la selecció del CPM hi intervenen una multitud de factors. Seria desitjable que els nous estudis es concentrassin a buscar nous factors que puguin explicar l'alta variabilitat del CPM i en comparar la repetibilitat de diferents mètodes per a determinar el CPM.

El disseny observacional transversal del present estudi no permet demostrar si l'increment de la força masticatòria i/o del rendiment masticatori en un dels costats és la causa o la conseqüència de ser el CPM. Per tant, aquesta hipòtesi haurà de ser confirmada en un estudi analític prospectiu. També seria molt bo conèixer la quantitat de millora del rendiment masticatori que es podria obtenir al fer, per exemple, una restauració de dents posteriors absents mitjançant pròtesi fixa implantosoportada.

CONCLUSIONS

8. Conclusions:

En una població d'adults joves amb dentició natural:

1. Els factors perifèrics com la asimetria de força muscular i la asimetria en el rendiment masticatori són els factors més intensament relacionats amb el costat de preferència masticatori, explicant fins a un 16% la seva variació.
2. L'asimetria de l'àrea de contacte oclusal en posició de màxima intercuspidació, la lateralitat funcional de l'oïda i la lateralitat postural de creuar les cames semblen estar dèbilment relacionades amb el costat de preferència masticatori.
3. La relació dels diferents factors amb el costat de preferència masticatori no depèn significativament del mètode utilitzat.
4. La prevalença d'asimetria lateral masticatòria pot variar entre el 45 i el 72% i depèn del mètode de determinació del costat de preferència masticatori.
5. Els individus tendeixen a mastegar amb més freqüència pel costat dret que per l'esquerre.

BIBLIOGRAFIA

9. Bibliografia:

1. N’Gom PI, Woda A. Influence of impaired mastication on nutrition. *J Prosthet Dent*. 2002;87(6):667-673.
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;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):1931-1938.
4. Zamanlu M, Khamnei S, Salarilak 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.
5. 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):555-563.
6. 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):165-169.
7. Reinhardt R, Tremel WH. The unilateral chewing phenomenon, occlusion, and TMD. *Cranio*. 2006;24(3):166-170.
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. 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):613-620.
10. Paphangkorakit J, Chaipayanya N, Sriladlao P, Pimsupa S. Determination of chewing efficiency using muscle work. *Arch Oral Biol*. 2008;53(6):533-537.
11. Nissan J, Gross MD, Shifman A, Tzadok L, Assif D. Chewing side preference as a type of hemispheric laterality. *J Oral Rehabil*. 2004;31(5):412-416.
12. 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):691-699.

13. Pond BN. Occlusion and chewing side preference. *J Prosthet Dent*. 1986;55(4):498-500.
14. Martinez-Gomis J, Lujan-Climent M, Palau S, Bizar J, Salsench J, Peraire M. Relationship between chewing side preference and handedness and lateral asymmetry of peripheral factors. *Arch Oral Biol*. 2009;54(2):101-107.
15. Wilding RJC, Adams LP, Lewin A. 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):423-428.
16. Salioni MA, Papa Pellizoni SE, Guimarães AS, Juliano Y, Alonso LG. Functional unilateral posterior crossbite effects on mastication movements using axiography. *Angle Orthod*. 2005;75(3):362-367.
17. Martín C, Alarcón JA, Palma JC. Kinesiographic study of the mandible in young patients with unilateral posterior crossbite. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2000;118(5):541-548.
18. Balcioglu H, 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):1364-1366.
19. Bertram S, Rudisch A, Bodner G. Effect of stabilization-type splints on the asymmetry of masseter muscle sites during maximal clenching. *J Oral Rehabil*. 2002;29(5):447-451.
20. Wilding R. The association between chewing efficiency and occlusal contact area in man. *Arch Oral Biol*. 1993;38(7):589-596.
21. Gomes SG, Custodio W, Moura Jufer JS, Cury AA, Rodrigues M. Correlation of mastication and masticatory movements and effect of chewing side preference. *Braz Dent J*. 2010;21(4):351-355.
22. Agerberg G, Carlsson GE. 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):183-190.
23. 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.
24. Witter DJ. Swallowing threshold parameters of subjects with complete dentures and overdentures. *Open J Stomatol*. 2011;01(03):69-74.
25. 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):1336-1344.

26. 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):513-520.
27. Meng M, Zhang Q, Witter DJ, Bronkhorst EM, Creugers NH, Ma 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.
28. Hoogmartens MJ, Cauberg M, De Geest M. Occlusal, articular and temporomandibular joint dysfunction parameters versus chewing preference during the first chewing cycle. *Electromyogr Clin Neurophysiol*. 1987;27(1):7-11.
29. Delport HP, de Laat A, Nijs J, Hoogmartens MJ. Preference pattern of mastication during the first chewing cycle. *Electromyogr Clin Neurophysiol*. 1983;23(6):491-500.
30. Wilding RJC, Lewin A. A computer analysis of normal human masticatory movements recorded with a sirognathograph. *Arch Oral Biol*. 1991;36(1):65-75.
31. Roldan S, Buschang PH, Isaza Saldarriaga JF, Throckmorton G. Reliability of maximum bite force measurements in age-varying populations. *J Oral Rehabil*. 2009;36(11):801-807.
32. Wilding JC, Lewin A. The determination of optimal human jaw movements based on their association with chewing performance. *Arch Oral Biol*. 1994;39(4):333-343.
33. 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):204-210.
34. Yurkstas AA. The masticatory act. A review. *J Prosthet Dent*. 1965;15:248-262.
35. Lundgren D, Laurell L, Falk BT. Occlusal force pattern during mastication in dentitions with mandibular fixed partial dentures supported on osseointegrated implants. *J Prosthet Dent*. 1987;58(2):197-203.
36. Lujan-Climent M, Martinez-Gomis J, Palau S, Ayuso-Montero R, Salsench J, Peraire M. Influence of static and dynamic occlusal characteristics and muscle force on masticatory performance in dentate adults. *Eur J Oral Sci*. 2008;116(3):229-236.
37. Tzakis MG, Dahlström L HT. Evaluation of masticatory function before and after treatment in patients with craniomandibular disorders. *J Craniomandib Disord*. 1992;6(4):267-271.
38. Koolstra JH. Number crunching with the human masticatory system. *J Dent Res*. 2003;82(9):672-676.

39. 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):219-224.
40. Christensen RJ. Lateral preference in mastication: an electromyographic study. *J Oral Rehabil.* 1985;12(5):429-434.
41. 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):1318-1327.
42. Devlin H, Wastell DG, Duxbury J, Grant A. Chewing side preference and muscle quality in complete denture-wearing subjects. *J Dent.* 1987;15(1):23-25.
43. Garrett NR, Kaurich M, Perez P, Kapur KK. Masseter muscle activity in denture wearers with superior and poor masticatory performance. *J Prosthet Dent.* 1995;74(6):628-636.
44. Mioche L, Bourdiol P, Martin JF, 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):1005-1012.
45. Hagberg C. EMG versus force relationship in painful masseter muscles before and after intramuscular anesthetics and saline injections. *Scand J Dent Res.* 1987;95(3):259-265.
46. Van Eijden TM. Jaw muscle activity in relation to the direction and point of application of bite force. *J Dent Res.* 1990;69(3):901-905.
47. Blanksma NG, Van Eijden TM. Electromyographic heterogeneity in the human temporalis muscle. *J Dent Res.* 1990;69(10):1686-1690.
48. Fontijn-Tekamp F, Slagter A, Van Der Bilt A, et al. Biting and chewing in overdentures, full dentures, and natural dentitions. *J Dent Res.* 2000;79(7):1519-1524.
49. Bates J, Stafford G. Masticatory function-a review of the literature. III. Masticatory performance and efficiency. *J Oral Rehabil.* 1976;3(1):57-67.
50. 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):522-526.
51. Julien KC, Buschang PH, Dechow PC. Normal masticatory performance in young adults and children. *Arch Oral Biol.* 1996;41(1):69-75.
52. Okiyama S, Ikebe K, Nokubi T. Association between masticatory performance and maximal occlusal force in young men. *J Oral Rehabil.* 2003;30(3):278-282.

53. 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):281-285.
54. Hatch JP, Shinkai RS, Sakai S, Rugh JD, Paunovich ED. Determinants of masticatory performance in dentate adults. *Arch Oral Biol*. 2001;46(7):641-648.
55. Slagter AP, Bosman BA. Comminution of two artificial test foods by dentate and edentulous subjects. *J Oral Rehabil*. 1993;20(2):159-176.
56. Manly R, Braley L. Masticatory performance and efficiency. *J Dent Res*. 1950;29(4):448-462.
57. Akeel R, Nilner N. Masticatory efficiency in individuals with natural dentition. *Swed Dent J*. 1992;16(5):191-198.
58. Fontijn-Tekamp FA, Van Der Bilt A, Abbink JH, Bosman F. Swallowing threshold and masticatory performance in dentate adults. *Physiol Behav*. 2004;83(3):431-436.
59. Boretti G, Bickel G. A review of masticatory ability and efficiency. *J Prosthet Dent*. 1995;74(4):400-403.
60. Helkimo E, Carlsson GE, Helkimo M. Bite force and state of dentition. *Acta Odontol Scand*. 1977;35(6):297-303.
61. Sierpińska T, Gołębiewska M, Długosz JW. 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 1:196-199.
62. Kobayashi T, Honma K, Shingaki S, Nakajima T. Changes in masticatory function after orthognathic treatment in patients with mandibular prognathism. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 2001;39(4):260-265.
63. Owens S, Buschang PH, Throckmorton GS, Palmer L, English J. 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):602-609.
64. Molligoda MA, Berry DC, Gooding PG. Measuring diurnal variations in occlusal contact areas. *J Prosthet Dent*. 1986;56(4):487-492.
65. 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.
66. Käyser AF. Shortened dental arches and oral function. *J Oral Rehabil*. 1981;8(5):457-462.

67. Ow RK, Carlsson GE, Karlsson S. Relationship of masticatory mandibular movements to masticatory performance of dentate adults: a method study. *J Oral Rehabil.* 1998;25(11):821-829.
68. Yamashita S, Hatch JP, Rugh JD. Does chewing performance depend upon a specific masticatory pattern? *J Oral Rehabil.* 1999;26(7):547-553.
69. Lucas PW, Ow RK, Ritchie GM, Chew CL, Keng SB. Relationship between jaw movement and food breakdown in human mastication. *J Dent Res.* 1986;65(3):400-404.
70. Salsench J, Martínez-Gomis J, Torrent J, Bizar J, Samsó J, Peraire M. 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.
71. Santana-Mora U, López-Cedrún J, Mora MJ, Otero XL, Santana-Penín U. Temporomandibular Disorders: The Habitual Chewing Side Syndrome. *PLoS One.* 2013;8(4):18-21.
72. Parkinson CE, Buschang PH, Behrents RG, Throckmorton GS, English JD. A new method of evaluating posterior occlusion and its relation to posttreatment occlusal changes. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2001;120(5):503-512.
73. Al-Hadi L. Prevalence of temporomandibular disorders in relation to some occlusal parameters. *J Prosthet Dent.* 1993;70(4):345-350.
74. Casanova-Rosado JF, Medina-Solís CE, Vallejos-Sánchez AA, Casanova-Rosado AJ, Hernández-Prado B, Ávila-Burgos L. Prevalence and associated factors for temporomandibular disorders in a group of Mexican adolescents and youth adults. *Clin Oral Investig.* 2006;10(1):42-49.
75. Alkhiary YM, El-zawahry MM, Moubarak AH. Masticatory laterality: parameter for evaluating TMD 1. *J Appl Sci Res.* 2013;9(4):2890-2900.
76. Witter DJ, Kreulen CM, Mulder J, Creugers NHJ. Signs and symptoms related to temporomandibular disorders-Follow-up of subjects with shortened and complete dental arches. *J Dent.* 2007;35(6):521-527.
77. 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.
78. Tay DK. Physiognomy in the classification of individuals with a lateral preference in mastication. *J Orofac Pain.* 1994;8(1):61-72.
79. Goldaracena P, Rey R. Dental caries and chewing side preference in Maya Indians. *J Dent Res.* 1984;63:182.

80. Barcellos DC, Gonçalves SE, Silva MA. Prevalence of chewing side preference in the deciduous, mixed and permanent dentitions. *J Contemp Dent Pract*. 2011;12(5):339-342.
81. Gomes GF, Custodio W, Faot F, Cury AA, Garcia MR. Chewing side, bite force symmetry, and occlusal contact area of subjects with different facial vertical patterns. *Braz Oral Res*. 2011;25(5):446-452.
82. Shinagawa H, Ono T, Ishiwata Y. Hemispheric dominance of tongue control depends on the chewing-side preference. *J Dent Res*. 2003;82(4):278-283.
83. Minato A, Ono T, Miyamoto JJ, Honda EI, Kurabayashi T, Moriyama K. Preferred chewing side-dependent two-point discrimination and cortical activation pattern of tactile tongue sensation. *Behav Brain Res*. 2009;203(1):118-126.
84. Losso EM, Singer JM, Nicolau J. 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):83-87.
85. Hoogmartens MJ, Caubergh M. Chewing side preference in man correlated with handedness, footedness, eyedness and earedness. *Electromyogr Clin Neurophysiol*. 27(5):293-300.
86. Dittmar M. Functional and postural lateral preferences in humans: interrelations and life-span age differences. *Hum Biol an Int Rec Res*. 2002;74(4):569-585.
87. Gisel EG. Chewing and Its Relation to Hand. 1988;42(6):378-383.
88. Dooland KV, Townsend GC, Kaidonis J. Prevalence and side preference for tooth grinding in twins. *Aust Dent J*. 2006;51(3):219-224.
89. Christensen LV. Lateral preference in mastication: a feasibility study. *J Oral Rehabil*. 1985;12(5):421-427.
90. Barcellos DC, Silva MA D, Batista GR. Absence or weak correlation between chewing side preference and lateralities in primary, mixed and permanent dentition. *Arch Oral Biol*. 2012;57(8):1086-1092.
91. Elias LJ, Bryden MP, Bulman-Fleming MB. Footedness is a better predictor than is handedness of emotional lateralization. *Neuropsychologia*. 1998;36(1):37-43.
92. Hoogmartens MJ, Caubergh M. 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.
93. Strauss E. Hand, foot, eye and ear preferences and performance on a dichotic listening test. *Cortex*. 1986;22(3):475-482.

94. Ogah I, Stewart E, Treleaven M, Wassersug RJ. Hand clasping, arm folding, and handedness: Relationships and strengths of preference. *Laterality Asymmetries Body, Brain Cogn.* 2012;17(2):169-179.
95. Tran US, Koller I, Nader IW, Pietschnig J, Schild AH, Stieger S, Zeilinger VM. Lateral preferences for hand clasping and arm folding are associated with handedness in two large-sample latent variable analyses. *Laterality.* 2014;19(5):602-614.
96. Beaton A, Mellor G. Direction of hair whorl and handedness. *Laterality.* 2007;12(4):295-301.
97. Schmidt H, Depner M, Kabesch M. Medial position and counterclockwise rotation of the parietal scalp hair-whorl as a possible indicator for non-right-handedness. *ScientificWorldJournal.* 2008;8:848-854.
98. Varela JMF, Castro NB, Biedma BM. A comparison of the methods used to determine chewing preference. *J Oral Rehabil.* 2003;30(10):990-994.
99. Jiang H, Liu H, Liu G. Analysis of brain activity involved in chewing-side preference during chewing: an fMRI study. *J Oral Rehabil.* 2015;42(1):27-33.
100. Kazazoglu E, Heath MR, Müller F. A simple test for determination of the preferred chewing side. *J Oral Rehabil.* 1994;21(6):723.
101. Mizumori T, Tsubakimoto T, Iwasaki M, Nakamura T. Masticatory laterality - Evaluation and influence of food texture. *J Oral Rehabil.* 2003;30(10):995-999.
102. Ratnasari A, Hasegawa K, Oki K. Manifestation of preferred chewing side for hard food on TMJ disc displacement side. *J Oral Rehabil.* 2011;38(1):12-17.
103. Barcellos DC, Gonçalves 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.
104. Dias GJ, Cook RB, Mirhosseini M. Influence of food consistency on growth and morphology of the mandibular condyle. *Clin Anat.* 2011;24(5):590-598.
105. Gisel EG. Chewing cycles in 2- to 8-year-old normal children: a developmental profile. *Am J Occup Ther.* 1988;42(1):40-46.
106. Shinagawa H, Ono T, Honda E. 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):762-766.

107. Tomonari H, Ikemori T, Kubota T, Uehara S, Miyawaki S. First molar cross-bite is more closely associated with a reverse chewing cycle than anterior or pre-molar cross-bite during mastication. *J Oral Rehabil.* 2014;41(12):890-896.
108. Stohler CS. A comparative electromyographic and kinesiographic study of deliberate and habitual mastication in man. *Arch Oral Biol.* 1986;31(10):669-678.
109. Paphangkorakit J, Thothongkam N, Supanont N. Chewing-side determination of three food textures. *J Oral Rehabil.* 2006;33(1):2-7.
110. Lamontagne P, Al-Tarakemah Y, Honkala E. Relationship between the preferred chewing side and the angulation of anterior tooth guidance. *Med Princ Pract.* 2013;22(6):545-549.
111. 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 Off Publ Am Occup Ther Assoc.* 1986;40(4):265-270.
112. Mc Donnell ST, Hector MP, Hannigan A. Chewing side preferences in children. *J Oral Rehabil.* 2004;31(9):855-860.
113. Tomonari H, Kubota T, Yagi T. Posterior scissors-bite: masticatory jaw movement and muscle activity. *J Oral Rehabil.* 2014;41(4):257-265.
114. Hennequin M, Allison PJ, Veyrune JL, Faye M, Peyron M. Clinical evaluation of mastication: Validation of video versus electromyography. *Clin Nutr.* 2005;24(2):314-320.
115. Wictorin BL. Cineradiographic studies of bolus position during chewing. *J Prosthet Dent.* 1971;26(3):236-246.
116. Evaluación de la fiabilidad y validez de métodos que determinan el lado de preferencia masticatorio. Flores-Orozco EI.
<http://hdl.handle.net/10803/275934>.
117. Felício CM, Melchior MO, Silva MA, Celeghini RM. Masticatory performance in adults related to temporomandibular disorder and dental occlusion. *Pro Fono.* 2007;19(2):151-158.
118. Custodio W, Gomes SGF, Faot F, Garcia RC, Cury AA. Occlusal force, electromyographic activity of masticatory muscles and mandibular flexure of subjects with different facial types. *J Appl Oral Sci.* 2011;19(4):343-349.
119. Gomes SG, Custodio W, Faot F, Del Bel Cury AA. Masticatory features, EMG activity and muscle effort of subjects with different facial patterns. *J Oral Rehabil.* 2010;37(11):813-819.

120. Mioche L, Bourdiol P, Monier S, Martin JF, Cormier D. Changes in jaw muscles activity with age: Effects on food bolus properties. *Physiol Behav.* 2004;82(4):621-627.
121. Häggman-Henrikson B, Eriksson PO. Head movements during chewing: relation to size and texture of bolus. *J Dent Res.* 2004;83(11):864-868.
122. 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.
123. 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.
124. Lucas P. Methods for analysing the breakdown of food in human mastication. *Arch Oral Biol.* 1983;21(6):813-819.
125. Engelen L. Relationship between Oral Sensitivity and Masticatory Performance. *J Dent Res.* 2004;83(5):388-392.
126. 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.
127. Mowlana F, Heath R. Assessment of masticatory efficiency: new methods appropriate for clinical research in dental practice. *Eur J Prosthodont Restor Dent.* 1993;1(3):121-125.
128. Maxwell SE. Sample size and multiple regression analysis. *Psychol Methods.* 2000;5(4):434-459.
129. Slagter a P, Olthoff LW, Steen WH, Bosman F. Comminution of food by complete-denture wearers. *J Dent Res.* 1992;71(2):380-386.
130. Olthoff LW, van der Bilt A. Distribution of particle sizes in food comminuted by human mastication. *Arch Oral Biol.* 1984;29(11):899-903.
131. Kogawa EM, Calderon PS, Lauris JRP, Araujo CRP, Conti CR. Evaluation of maximal bite force in temporomandibular disorders patients. *J Oral Rehabil.* 2006;33(8):559-565.
132. De Vet HC, Terwee CB, Knol DL, Bouter LM. When to use agreement versus reliability measures. *J Clin Epidemiol.* 2006;59(10):1033-1039.
133. Throckmorton GS, Buschang PH, Hayasaki H, Pinto AS. Changes in the masticatory cycle following treatment of posterior unilateral crossbite in children. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2001;120(5):521-529.

134. Porac C CS. Lateral preferences and human behavior. *Spinger-Verlag, New York*. 1981.

ANNEXES

10. Annexes:

Annex: Documentació del Comitè Ètic



CEIC Hospital Odontològic
Universitat de Barcelona

C/ Feixa Llarga, s/n
Pavelló de Govern, 2a Planta
Campus de Ciències de Salut de Bellvitge
08907 L'Hospitalet de Llobregat

Tel. +34 932 640 584

Drs Maria Peraire i Jordi Martínez
Facultat d'Odontologia

Benvolguts Professors,

Adjunt us envio l'informe del Comitè Ètic d'Investigació de l'Hospital Odontològic Universitat de Barcelona i la conformitat de la direcció del Centre. També i tal com indica la normativa li adjuntem la composició de l'esmentat Comitè.

Cal que us poseu en contacte amb la gerència de la Fundació Josep Finestres per tal de comunicar l'inici d'aquests estudis.

Restem a la seva disposició per a qualsevol altre aclariment

Atentament,

Dra. Silvia Sánchez
Secretaria del CEIC-COUB

L'Hospitalet, 1 d'abril de 2014



Hospital Odontològic
Universitat de Barcelona

C.E.I.C.	
Data	01.04.14
Entrada	
Sortida	420

Dos Campus d'Excel·lència Internacional:



Barcelona
Knowledge
Campus



Health Universitat
de Barcelona
Campus

DICTAMEN DEL COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA

La Dra. Silvia Sánchez, Secretaria del Comité Ético de Investigación Clínica del Hospital Odontològic Universitat de Barcelona,

CERTIFICA

Que en su reunión de **20 de febrero de 2014 (Acta 99)** este Comité ha evaluado la propuesta de los promotores **Dra Maria Peraire y Dr. Jordi Martínez** para que se realice el estudio con nuestra referencia **06/14, de fecha 11 de febrero de 2014** (esta versión corresponde a la del protocolo):

Título del estudio: "Relació de les asimetries funcionals, posturals i de factors perifèrics amb l'elecció del costat de preferència masticatori. Validació del T-Scan com a mètode per valorar l'oclusió dinàmica"

Y considera que:

- El ensayo se plantea siguiendo los requisitos del Real Decreto 223/2004, de 6 de febrero y las normas que lo desarrollan y su realización es pertinente.
- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto, teniendo en cuenta los beneficios esperados.
- El procedimiento para obtener el consentimiento informado es adecuado, incluyendo el modelo de hoja de información y consentimiento informado para pacientes del proyecto de investigación.
- El plan de reclutamiento de sujetos previsto es adecuado.
- La capacidad del investigador y sus colaboradores y las instalaciones y medios disponibles son apropiadas para llevar a cabo el estudio.

Por tanto, este CEIC acepta que dicho ensayo clínico sea realizado en los centros siguientes por los investigadores principales que se relacionan a continuación:

- Hospital Odontològic Universitat de Barcelona por los titulados Drs. Maria Peraire y Jordi Martínez como investigadores principales

Dos Campus d'Excel·lència Internacional:

 **B:KC**
Barcelona
Knowledge
Campus

 **HUB**
Health Universitat
de Barcelona
Campus

Que la composición actual del Comité Ético de Investigación Clínica es la siguiente:

Presidenta	Dra. M ^a Eulàlia Planas Domingo	Médico-FarmacólogoClínico
Secretaria	Dra. Silvia Sánchez Gonzalez	Farmacéutica
Vocales	Sra. Olga Serra Escarp	Enfermera
	Sr. Jordi Albella Rubio	Miembro ajeno a las profesiones sanitarias
	Dra. Marina Balanzó Joue	Farmacéutica de atención primaria
	Dr. Leonardo Berini Aytés	Médico-Estomatólogo
	Dr. Jordi Martínez Gomis	Odontólogo
	Dr. José López López	Médico-Estomatólogo
	Sra. Isabel Moreno Pulido	Aux Admi Atención al usuario
	Dr. José M ^a Ramón Torrell	Médico Epidemiólogo
	Dr. David Bagán Peiró	Odontólogo
	Sra. Paula Segura García	Jurista
	Dra. Virginia Novel Martí	Podóloga
	Dr. Enric Giralt de Veciana	Podologo

Que este Comité cumple la legislación española vigente sobre ensayos clínicos, así como las normas ICH y las Normas de Buena Práctica Clínica.

Que en dicha reunión del Comité Ético de Investigación Clínica se cumplió el quórum preceptivo legalmente.

Lo que firmo en L'Hospitalet de Llobregat, a **1 de abril de 2014**



CONFORMIDAD DE LA DIRECCION DEL CENTRO

D. Jordi Bermúdez, Secretario de la Facultad de Odontología de la Universidad de Barcelona y vista la autorización del Comité Ético de Investigación Clínica,

CERTIFICA

Que conoce la propuesta realizada por los promotores **Dra. Maria Peraire y Dr. Jordi Martínez** para que sea realizado en este Centro el estudio código de protocolo **06/14** titulado: **"Relació de les asimetries funcionals, posturals i de factors perifèrics amb l'elecció del costat de preferència masticatori. Validació del T-Scan com a mètode per valorar l'oclusió dinàmica"** y que será realizado por los titulados **Maria Peraire y Jordi Martínez** como investigadores principales

Que acepta la realización de dicho estudio en este Centro.

Lo que firma en Hospitalet de Llobregat, a **1 d'abril de 2014**

Firmado:



Dr. Jordi Bermúdez Mas

DICTAMEN DEL COMITÉ ÉTICO DE INVESTIGACIÓN CLÍNICA

La Dra. Silvia Sánchez, Secretaria del Comité Ético de Investigación Clínica de la Clínica Odontològica Universitària. Universitat de Barcelona,

CERTIFICA

Que en su reunión de **27 de Noviembre de 2012 (Acta 92)** este Comité ha evaluado la propuesta de los promotores **Dra Maria Peraire y Jordi Martínez**, para que se realice el ensayo **17/2012, de fecha 22 de Noviembre de 2012** (esta versión corresponde a la del protocolo):

Título del estudio: "Influencia de los factores musculares, oclusales y de dinámica mandibular en el rendimiento masticatorio y en la elección del lado de preferencia masticatoria. Validación del índice de lateralidad masticatoria y del índice de asimetría muscular masticatoria."

Y considera que:

- El ensayo se plantea siguiendo los requisitos del Real Decreto 223/2004, de 6 de febrero y las normas que lo desarrollan y su realización es pertinente.
- Se cumplen los requisitos necesarios de idoneidad del protocolo en relación con los objetivos del estudio y están justificados los riesgos y molestias previsibles para el sujeto, teniendo en cuenta los beneficios esperados.
- El procedimiento para obtener el consentimiento informado es adecuado, incluyendo el modelo de hoja de información y consentimiento informado para pacientes del proyecto de investigación.
- El plan de reclutamiento de sujetos previsto es adecuado.
- La capacidad del investigador y sus colaboradores y las instalaciones y medios disponibles son apropiadas para llevar a cabo el estudio.

Por tanto, este CEIC acepta que dicho ensayo clínico sea realizado en el centro siguiente por los investigadores principales que se relacionan a continuación:

- Clínica Odontològica de la Universitat de Barcelona por los Doctores Maria Peraire y Jordi Martínez



Dos Campus d'Excel·lència Internacional:

BK C

Barcelona
Knowledge
Campus

HUB

Health Universitat
de Barcelona
Campus


Que la composició actual del Comitè Ètic de Investigació Clínica es la siguiente:

Presidenta	Dra. M ^a Eulàlia Planas Domingo	Médico-FarmacólogoClínico
Secretaria	Dra. Silvia Sánchez Gonzalez	Farmacéutica
Vocales	Sra. Marina Aguilera Galobart	Enfermera
	Sr. Jordi Albella Rubio	Miembro ajeno a las profesiones sanitarias
	Dra. Marina Balanzó Joue	Farmacéutica de atención primaria
	Dr. Leonardo Berini Aytés	Médico-Estomatólogo
	Dr. Tomás Escuin Henar	Médico-Estomatólogo
	Dr. José López López	Médico-Estomatólogo
	Sra. Carmen Aranda González	Aux Admi Atención al usuario
	Dr. José M ^a Ramón Torrell	Médico Epidemiólogo
	Dr. Josep M ^a Ustrell Torrent	Médico- Estomatólogo
	Sra. Paula Segura García	Jurista

Que este Comité cumple la legislación española vigente sobre ensayos clínicos, así como las normas ICH y las Normas de Buena Práctica Clínica.

Que en dicha reunión del Comité Ètic de Investigació Clínica se cumplió el quórum preceptivo legalmente.

Lo que firmo en L'Hospitalet de Llobregat, a **11 de Diciembre de 2012**



Dra. Silvia Sánchez
Secretaria del CEIC

CONFORMIDAD DE LA DIRECCION DEL CENTRO

D. Joan Blasi, Secretario de la Facultad de Odontología de la Universidad de Barcelona y vista la autorización del Comité Ético de Investigación Clínica,

CERTIFICA

Que conoce la propuesta realizada por los promotores **Dra. Maria Peraire y Dr. Jordi Martínez** para que sea realizado en este Centro el estudio código de protocolo **17/12** titulado: **"Influencia de los factores musculares, oclusales y de dinámica mandibular en el rendimiento masticatorio y en la elección del lado de preferencia masticatoria. Validación del índice de lateralidad masticatoria y del índice de asimetría muscular masticatoria"** y que será realizado por los Drs Maria Peraire y Jordi Martínez como investigadores principales.

Que acepta la realización de dicho estudio en este Centro.

Lo que firma en Hospitalet de Ll., a **11 de Diciembre de 2012**

Firmado:


Dr. Joan Blasi Cabús

Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

journal homepage: <http://www.elsevier.com/locate/aob>

Is the side with the best masticatory performance selected for chewing?

Bernat Rovira-Lastra^a, Elan Ignacio Flores-Orozco^{a,b}, Juan Salsench^a,
Maria Peraire^a, Jordi Martinez-Gomis^{a,*}

^aDepartment of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, University of Barcelona, Spain

^bDepartment of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Autonomous University of Nayarit, Mexico

ARTICLE INFO

Article history:

Accepted 7 August 2014

Keywords:

Side of mastication
Masticatory efficiency
Masticatory laterality
Artificial test food
Mastication

ABSTRACT

Objective: This study assessed the degree of relationship between masticatory laterality and lateral asymmetry of masticatory performance using silicon pieces enclosed in a latex bag. **Design:** Forty-two young adults with natural dentition participated in this cross-sectional, observational study. They performed four different masticatory assays, each consisting of five trials of chewing three pieces of silicon for 20 cycles. In one assay, they were asked to masticate unbagged silicon free-style, whilst in the three other assays they were asked to masticate bagged silicon free-style, unilaterally on the right-hand side and unilaterally on the left-hand side. The preferred chewing side was determined by calculating the asymmetry index for both the free-style assays. Masticatory performance was determined by sieving the silicon particles and the cycle duration was also recorded. Data were analysed using independent samples or paired t-test and linear regression.

Results: Masticatory function using the bagged silicon was similar to that using the unbagged silicon. A significant and positive relationship was observed between the preferred chewing side expressed as the asymmetry index and the side with better masticatory performance. Alternate unilateral chewers demonstrated better masticatory performance than unilateral chewers. However, when free-style and unilateral chewing were compared for each subject, unilateral chewing was found to be as efficient as – or even more efficient than – free-style chewing.

Conclusions: There is a positive association between the preferred chewing side and the more efficient side. Alternate unilateral mastication *per se* does not promote better masticatory performance than consistently unilateral mastication.

© 2014 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

One of the main objectives of dental treatment is to restore or improve masticatory function, which is evaluated by self-assessment of chewing ability and/or objective masticatory

performance measured using laboratory tests.¹ Whereas masticatory function can be studied recording the chewing pattern simultaneously with the muscular activation of the masticatory muscles,² masticatory performance can be determined by quantifying the degree of fragmentation of an artificial test food after a set number of chewing cycles.³

* Corresponding author at: Campus de Bellvitge, Universitat de Barcelona, C/Feixa llarga s/n, 08907 L'Hospitalet de Llobregat, Spain. Tel.: +34 934035555; fax: +34 934035558.

E-mail addresses: jmartinezgomis@ub.edu, jmartinezgomis@gmail.com (J. Martinez-Gomis).
<http://dx.doi.org/10.1016/j.archoralbio.2014.08.005>

0003-9969/© 2014 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Number of teeth, occlusal contact area, bite force and salivary flow, are all factors that can affect masticatory performance.⁴

Although mastication may occur bilaterally or alternating both sides, it is thought that the majority of people chew more on one particular side, i.e. they have a preferred chewing side (PCS).^{5–7} The proportion of children or adults with a PCS ranges from 45% to 98%,^{7–11} and there is no agreement on whether the right side is used more frequently than the left side.^{8–10,12,13} Furthermore, it is still unknown whether the PCS is centrally determined or related to peripheral factors, nor which peripheral factors are most closely related to the PCS.^{7,10,11}

Although natural foods can be used to assess masticatory function, artificial test food can be easily standardised and its physical properties remain the same over time.¹⁴ Consequently, the use of artificial test foods such as silicon impression material is reliable.¹⁵ It has been shown that tough and hard foods, as well as materials with high cohesiveness that do not disintegrate are more appropriate to determine the PCS.^{9,16–18} Real food placed in a latex bag has also been used to assess the masticatory function.^{19,20} Theoretically, the best test food to assess the PCS would be one which formed an artificial, hard and cohesive (non-committable) bolus. Placing the artificial test food in a latex bag seems to be the method that best guarantees the bolus cohesiveness.

Bite force and occlusal contact area are the best predictors of variation in masticatory performance,^{21–23} and lateral differences in these parameters are positively correlated with masticatory laterality.^{9,10} It has been reported that masticatory performance tends to be better on the preferred side; however, no significant correlation has been found between chewing side preference and masticatory performance.²⁴ Although it seems plausible that side efficiency could affect chewing side preference, to our knowledge no studies have demonstrated a direct relationship between asymmetry of masticatory performance and chewing side preference. Although bilateral chewers seem to present better masticatory performance than unilateral chewers,¹⁸ no direct association has been demonstrated.

The first aim of this study was to assess the degree of relationship between masticatory laterality and lateral asymmetry of masticatory performance, using silicon tablets enclosed in a latex bag as a test food in young adults with natural dentition. The second aim was to determine whether free-style mastication achieves better efficiency than unilateral mastication.

2. Material and methods

2.1. Subjects

Forty-two young adults (23 women and 19 men) with natural dentition were selected from volunteer students and staff at the University of Barcelona Faculty of Dentistry (Barcelona, Spain) to participate in this cross-sectional study. Their ages ranged from 21 to 45 years old with a mean age of 26.8 (SD = 4.9) years. Among the participants, 31 had Angle class I bilaterally and 11 had unilaterally or bilaterally class II. No subject had severe malocclusion. Subjects with fewer than 24 natural teeth, those undergoing active orthodontic treatment,

or those suffering orofacial pain were excluded. Sample size was calculated considering a Type I error of 0.05, a power of 0.80 and a Pearson correlation between asymmetry of bite force and masticatory laterality of 0.40.¹⁰ Subjects were fully informed and signed an informed consent form approved by the Ethics Committee of the Barcelona University Dental Hospital (Code 17/12). All experiments were carried out in accordance with the principles of the Helsinki Declaration.²⁵

2.2. Masticatory assays

Each subject performed four different masticatory assays, each consisting of five trials of 20 cycles each chewing 2 g of silicon. Optosil tablets (5 mm thick, 20 mm diameter) (Optosil P Plus; Heraeus Kulzer, Hanau, Germany) were made as described by Albert et al.¹⁵ and were cut into four quarters. Two types of chewing test food were used: three quarter tablets (2 g) without a bag (unbagged silicon) and three quarter tablets placed in a latex bag which was sealed with cyanoacrylate adhesive (bagged silicon).¹⁹ Two assays consisted of free-style mastication: in one, subjects chewed the unbagged silicon test food and in the other, the bagged silicon, in order to assess the influence of the type of test food in the PCS, the MPS and the cycle duration. For the other two assays, subjects were asked to chew bagged silicon unilaterally, using only the right-hand side in one assay and only the left-hand side in the other. The order of the trials was alternated between unbagged and bagged chewing tests for free-style mastication and between right and left for unilateral mastication.

Masticatory performance was evaluated for each masticatory assay by assessing the degree of comminution of the silicon test food.^{21,23} For each assay, particles from five trials (10 g) were dried for 24 h and passed through a series of eight sieves (0.25, 0.425, 0.85, 2, 2.8, 3.15, 4, and 5.6 mm) while being shaken for 1 min. After cumulative weight distribution of the sieve contents had been determined, median particle size was calculated for each subject using the Rosin–Rammler equation [$Q_w(X) = 1 - 2E - (X/X_{50})^b$], where $Q_w(X)$ is the fraction of particles by weight with a diameter smaller than X , the median particle size (MPS or X_{50}) is the size of a theoretical sieve through which 50% of the weight can pass, and b describes the breadth of particle size distribution.²⁶ The total duration of each of the five trials was used to calculate the duration of the average chewing cycle.²⁷

A video camera (Sony HDR-UX7E, Japan) recorded mandible displacement while closing during each free-style mastication assay. The side of mandible lateralisation while closing was counted for each chewing cycle using a slow-speed playback mode to calculate masticatory laterality. The asymmetry index (AI) for each free-style mastication of bagged or unbagged silicon, was calculated according to Mizumori et al.¹⁷ as

$$AI = \frac{\text{number right strokes} - \text{number of left strokes}}{\text{number right strokes} + \text{number of left strokes}}$$

2.3. Data analysis

The side difference of masticatory performance was calculated as absolute difference between the MPS obtained chewing

Table 1 – Reproducibility estimated from intraclass correlation coefficients (ICC) with confidence interval (95% CI) coefficients and the smallest detectable difference (SDD) for the variables (n = 10).

	ICC	SDD
PCS-unbagged (AI)	0.958 (0.83–0.99)	0.39
PCS-bagged (AI)	0.887 (0.54–0.97)	0.52
MPS-unbagged-free	0.859 (0.43–0.97)	1.44 mm
MPS-bagged-free	0.940 (0.76–0.99)	0.93 mm
MPS-unilateral-right	0.969 (0.88–0.99)	0.71 mm
MPS-unilateral-left	0.901 (0.60–0.98)	1.52 mm
MPS-asymmetry	0.806 (0.22–0.95)	1.46 mm
Time-unbagged-free	0.918 (0.67–0.98)	130 ms
Time-bagged-free	0.963 (0.85–0.99)	86.3 ms
Time-unilateral-right	0.898 (0.59–0.98)	144 ms
Time-unilateral-left	0.911 (0.64–0.98)	133 ms
Time-asymmetry	0.819 (0.27–0.96)	41.2 ms

PCS, asymmetry index of the preferred chewing side; MPS, median particle size. Time expressed as cycle duration.

unilaterally on the right-hand side and the MPS obtained chewing on the left-hand side ($MPS_R - MPS_L$). Similarly, the side difference in cycle duration was calculated ($TIME_R - TIME_L$).

In order to evaluate the reproducibility of the parameters used in this study, the assays were all repeated with 10 of the subjects 2–4 weeks after the first measurements were taken. Intraclass correlation coefficients and the smallest detectable difference in the main parameters were determined as measures of reliability and agreement, respectively (Table 1). Reliability relates the measurement error to variability between subjects, and agreement assesses how close the results of the repeated measurements are by estimating the measurement error.²⁸

The normal distribution fit of the data was tested by means of a Kolmogorov–Smirnov test. Comparisons were performed using Student's t-tests, for related or independent samples, as appropriate. Pearson correlation coefficients were calculated to evaluate the correlation between variables.

To determine whether each subject had a chewing side preference, the threshold was set at 33%, so that the subject was considered an alternate unilateral chewer if the AI value for PCS ranged from -0.33 to 0.33 , and a consistent unilateral chewer if the AI value was less than -0.33 or more than 0.33 . This threshold was selected in order to obtain three balanced groups and according to other studies.^{16,17}

Statistical analysis was performed using the SPSS software package (version 20.0; SPSS, Chicago, IL, USA) and P-values below 0.05 were considered significant.

3. Results

All the variables tested showed a normal distribution ($p > 0.415$; Kolmogorov Smirnov). For PCS, MPS and cycle duration, no significant differences were found between the unbagged and bagged free-style mastication chewing tests ($p = 0.71$; $p = 0.78$ and $p = 0.24$, respectively; paired t-test). The intraclass correlation coefficients of masticatory assessment using unbagged silicon or bagged silicon ranged from 0.90 to 0.97 (Table 2).

A significant and negative relationship was observed between the preferred chewing side expressed as AI (range -1 to $+1$) and the side difference obtained for MPS ($r = 0.40$; $p = 0.004$; lineal regression) (Fig. 1). This means that the more the right side is used to chew, the more efficient this side is compared to the left side. However, the chewing cycle duration side difference was not related to the preferred chewing side ($r = 0.027$; $p = 0.43$, linear regression).

Using the threshold of 33%, 19 subjects were classified as consistent unilateral chewer (5 left side and 14 right side) and 23 as alternate unilateral chewer. The MPS obtained from free-style mastication by consistent unilateral chewers ($MPS = 5.65$ mm; $SD = 1.4$) was significantly higher ($p = 0.05$, independent samples t-test) than the MPS of alternate unilateral chewers ($MPS = 4.75$ mm; $SD = 1.5$). That means than the higher MPS, the poorer masticatory performance. When masticatory performance was analysed for each subject with paired data, the MPS obtained from free-style mastication (mean: 5.16 mm; $SD = 1.5$) was similar to the MPS observed for unilateral mastication on the preferred side (mean: 5.14 mm; $SD = 1.6$) and higher ($p = 0.035$, paired samples t-test) than the MPS yielded by unilateral mastication on the more efficient side (mean: 4.96 mm; $SD = 1.5$).

4. Discussion

Young adults with natural dentition showed better masticatory performance on the PCS. However, the side difference in masticatory performance only explained 16% of the variation

Table 2 – Comparison of masticatory function data obtained using the unbagged and bagged test food during free-style mastication.

	Test food		Difference of means (95% CI; t-test)	ICC (95% CI)
	Unbagged Mean (SD)	Bagged Mean (SD)		
PCS (AI)	0.14 (0.5)	0.16 (0.5)	$-0.02 (-0.11; 0.07)$	0.90 (0.81–0.95)
MPS (mm)	5.13 (1.5)	5.16 (1.5)	$-0.03 (-0.23; 0.17)$	0.95 (0.91–0.97)
Time (ms)	733 (114)	740 (106)	$-7.33 (-19.7; 5.03)$	0.97 (0.94–0.98)

ICC, intraclass correlation coefficient; CI, confidence interval; PCS, asymmetry index of the preferred chewing side; MPS, median particle size. Time expressed as cycle duration.

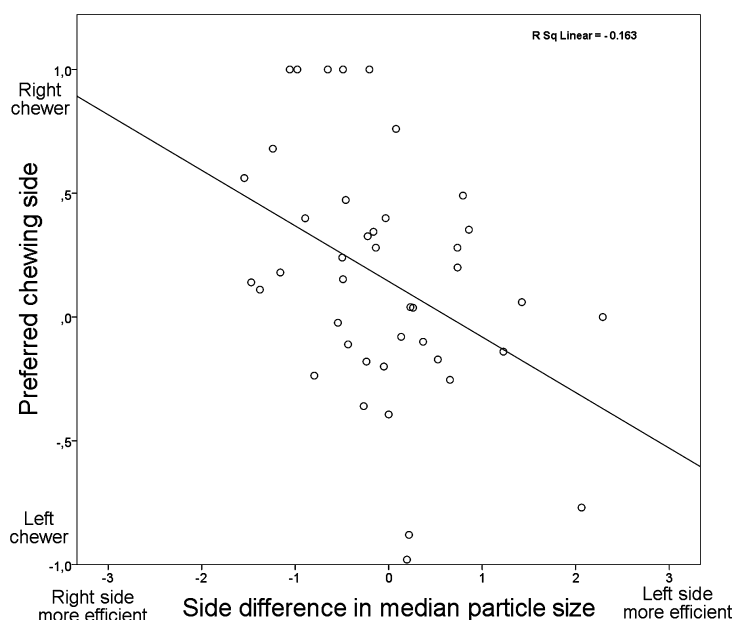


Fig. 1 – Correlation between preferred chewing side and lateral asymmetry of median particle size ($MPS_R - MPS_L$) (mm).

in chewing side preference. In another study, no significant relationship between the side difference in masticatory performance and masticatory laterality was found,²⁴ probably due to the use of a small sample and also the use of different test foods to assess masticatory laterality and masticatory performance. The high intra- and inter-subject variability of the AI for the PCS supports the idea that a complex interplay of factors affects the selection of a PCS. Moreover, different studies have yielded apparently contradictory data on the factors related to PCS. These discrepancies in the literature can be explained by differences in the study population, in the definition of PCS, and consequently, in the methods used to determine the PCS.^{7,10} New research should focus on finding new factors than can explain the high variability of the PCS and on comparing the reliability of different methods to determine PCS.

Mastication of silicon tablets placed in a latex bag showed a similar laterality, efficiency and duration to mastication of silicon without a bag, and a high intra-subject correlation was observed. Moreover, the high ICC values of masticatory function with bagged silicon obtained in the test-retest analysis demonstrated that this is a reliable method for assessing masticatory function. The main advantages of this type of test food are that chewing becomes easier and more comfortable for the volunteer, no pieces of silicon are lost, and it is easier for the operator to assess the PCS.¹⁹ This type of artificial test food placed in a latex bag is a reliable method for assessing masticatory function in dentate young adults and could be used in future studies.

Alternate unilateral chewers were observed to chew more efficiently than consistent unilateral chewers, a finding also reported by Farias Gomes et al.¹⁸ However, when free-style and unilateral chewing were compared in each subject,

consistent unilateral chewing was found to be as efficient as – or even more efficient than – free-style mastication, if the side considered was the preferred or the more efficient one. This apparent contradiction can be explained by the fact that people who chew simultaneously or alternately on both sides could chew efficiently even on one side. The present results do not support the idea that bilateral or mastication *per se* promotes higher masticatory performance, but there is a confounding factor that leads to a spurious relationship between bilateral or alternate unilateral style of mastication and high masticatory performance. In the present study this confounding factor was controlled for using the paired data analysis. Future studies should be conducted in order to determine the variables that affect the PCS and masticatory performance.

One of the limitations of the present study is that only one test food was used to assess masticatory function and the results are thus only applicable to this type of food. Another weakness of this study was the low sample size and the high intra- and inter-subject variability of the AI for the PCS. The more efficient masticatory side was more likely to be used for chewing. However, due to the cross-sectional design of this study we cannot demonstrate whether an increase in masticatory performance on one side would be the result or the cause of preferring this side for chewing. Longitudinal studies are needed to clarify the cause-effect of these correlations. Nevertheless, restoration of missing teeth on the non-preferred side would improve masticatory performance but to a lesser extent than prosthodontic restoration on the preferred side.

In conclusion, there is a positive association between the preferred chewing side and the more efficient side. Alternate unilateral chewers masticate more efficiently than consistent

unilateral chewers. However, alternate unilateral chewers can masticate as or more efficiently when they chew unilaterally.

Funding

This research received partial funding from the Bellvitge Campus Research Committee, University of Barcelona (ACESB 08/04), and from Faculty of Dentistry, University of Barcelona.

Competing interest

None declared.

Ethical approval

This study was approved by the Ethics Committee of the Dental Clinics of the University of Barcelona. Code 17/12.

Acknowledgements

We are very grateful to the subjects for their kind cooperation in this study. The authors would like to thank Prof. Jover for assistance in data management and Denise Phelps for correcting our English. The authors have no competing interests to declare.

REFERENCES

- Feine JS, Lund JP. Measuring chewing ability in randomized controlled trials with edentulous populations wearing implant prostheses. *J Oral Rehabil* 2006;**33**(4):301–8.
- Piancino MG, Bracco P, Valletlonga T, Merlo A, Farina D. Effect of bolus hardness on the chewing pattern and activation of masticatory muscles in subjects with normal dental occlusion. *J Electromyogr Kinesiol* 2008;**18**(6):931–7.
- van der Bilt A, Fontijn-Tekamp FA. Comparison of single and multiple sieve methods for the determination of masticatory performance. *Arch Oral Biol* 2004;**49**(3):193–8.
- van der Bilt A. Assessment of mastication with implications for oral rehabilitation: a review. *J Oral Rehabil* 2011;**38**(10):754–80.
- Christensen LV, Radue JT. Lateral preference in mastication: a feasibility study. *J Oral Rehabil* 1985;**12**(5):421–7.
- Kazazoglu E, Heath MR, Müller F. A simple test for determination of the preferred chewing side. *J Oral Rehabil* 1994;**21**(6):723–4.
- 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.
- Pond LH, Barghi N, Barnwell GM. Occlusion and chewing side preference. *J Prosthet Dent* 1986;**55**(4):498–500.
- Paphangkorakit J, Thothongkam N, Supanont N. Chewing-side determination of three food textures. *J Oral Rehabil* 2006;**33**(1):2–7.
- Martinez-Gomis J, Lujan-Climent M, Palau S, Bizar J, Salsench J, Peraire M. Relationship between chewing side preference and handedness and lateral asymmetry of peripheral factors. *Arch Oral Biol* 2009;**54**(2):101–7.
- 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.
- Mc Donnell ST, Hector MP, Hannigan A. Chewing side preferences in children. *J Oral Rehabil* 2004;**31**(9):855–60.
- Nissan J, Gross MD, Shifman A, Tzadok L, Assif D. Chewing side preference as a type of hemispheric laterality. *J Oral Rehabil* 2004;**31**(5):412–6.
- Edlund J, Lamm CJ. Masticatory efficiency. *J Oral Rehabil* 1980;**7**(2):123–30.
- Albert TE, Buschang PH, Throckmorton GS. Masticatory performance: a protocol for standardized production of an artificial test food. *J Oral Rehabil* 2003;**30**(7):720–2.
- Zamanlu M, Khamnei S, Salarilak S, Oskoei SS, Shakouri SK, Houshyar Y, et al. Chewing side preference in first and all mastication cycles for hard and soft morsels. *Int J Clin Exp Med* 2012;**5**(4):326–31.
- Mizumori T, Tsubakimoto T, Iwasaki M, Nakamura T. Masticatory laterality-evaluation and influence of food texture. *J Oral Rehabil* 2003;**30**(10):995–9.
- Farias Gomes SG, Custodio W, Moura Jufer JS, Del Bel Cury AA, Rodrigues Garcia RC. Correlation of mastication and masticatory movements and effect of chewing side preference. *Braz Dent J* 2010;**21**(4):351–5.
- Mowlana F, Heath R. Assessment of masticatory efficiency: new methods appropriate for clinical research in dental practice. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 1993;**1**(3):121–5.
- Paphangkorakit J, Chaiyapanya N, Sriladlao P, Pimsupa S. Determination of chewing efficiency using muscle work. *Arch Oral Biol* 2008;**53**(6):533–7.
- Julien KC, Buschang PH, Throckmorton GS, Dechow PC. Normal masticatory performance in young adults and children. *Arch Oral Biol* 1996;**41**(1):69–75.
- 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.
- Lujan-Climent M, Martinez-Gomis J, Palau S, Ayuso-Montero R, Salsench J, Peraire M. Influence of static and dynamic occlusal characteristics and muscle force on masticatory performance in dentate adults. *Eur J Oral Sci* 2008;**116**(3):229–36.
- Wilding RJ. The association between chewing efficiency and occlusal contact area in man. *Arch Oral Biol* 1993;**38**(7):589–96.
- World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. World Medical Association. *JAMA* 2013;**310**(20):2191–4.
- Olthoff LW, van der Bilt A, Bosman F, Kleizen HH. Distribution of particle sizes in food comminuted by human mastication. *Arch Oral Biol* 1984;**29**(11):899–903.
- Salsench J, Martinez-Gomis J, Torrent J, Bizar J, Samsó J, Peraire M. Relationship between duration of unilateral masticatory cycles and the type of lateral dental guidance: a preliminary study. *Int J Prosthodont* 2005;**18**(4):339–46.
- de Vet HC, Terwee CB, Knol DL, Bouter LM. When to use agreement versus reliability measures. *J Clin Epidemiol* 2006;**59**(10):1033–9.

Peripheral, functional and postural asymmetries related to the preferred chewing side in adults with natural dentition

Journal:	<i>Journal of Oral Rehabilitation</i>
Manuscript ID:	Draft
Manuscript Type:	Original Article
Date Submitted by the Author:	n/a
Complete List of Authors:	Rovira-Lastra, Bernat; IDIBELL (Bellvitge Biomedical Research Institute), Oral Health and Masticatory System Group; University of Barcelona, Department of Prosthodontics Flores-Orozco, Elan; University of Barcelona, Department of Prosthodontics; Autonomous University of Nayarit, Faculty of Dentistry Ayuso-Montero, Raul; IDIBELL (Bellvitge Biomedical Research Institute), Oral Health and Masticatory System Group; University of Barcelona, Department of Prosthodontics Peraire, Maria; IDIBELL (Bellvitge Biomedical Research Institute), Oral Health and Masticatory System Group; University of Barcelona, Department of Prosthodontics Martinez-Gomis, Jordi; IDIBELL (Bellvitge Biomedical Research Institute), Oral Health and Masticatory System Group; University of Barcelona, Department of Prosthodontics
Patient:	adult
Condition:	eating/ mastication/ swallowing/ bolus formation, occlusion
Co-morbidity:	Not applicable
Content method:	kinematic analysis
Study method:	evaluation research / outcome assessment

Title

Peripheral, functional and postural asymmetries related to the preferred chewing side in adults with natural dentition

Running head

Factors related to the preferred chewing side

Article category: Original research

Authors: Bernat Rovira-Lastra^{1,2}, Elan I Flores-Orozco^{1,3}, Raul Ayuso-Montero^{1,2}, Maria Peraire^{1,2}, Jordi Martinez-Gomis^{1,2}.

Affiliations

- ¹ Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, University of Barcelona, Spain
- ² Oral Health and Masticatory System Group (Bellvitge Biomedical Research Institute) IDIBELL, L'Hospitalet de Llobregat, Barcelona, Spain
- ³ Department of Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Autonomous University of Nayarit, Nayarit, Mexico

Corresponding Author

Dr. J. Martinez-Gomis
Campus de Bellvitge, Universitat de Barcelona, C/ Feixa Llarga s/n, 08907 L'Hospitalet de Llobregat, Spain.
Email: jmartinezgomis@ub.edu

Abstract

The aim of this cross-sectional study was to determine the preferred chewing side and whether chewing side preference is related to peripheral, functional or postural lateral preferences. One hundred and forty-six adults with natural dentition performed three masticatory assays, each consisting of five trials of chewing three pieces of silicon placed into a latex bag for 20 cycles, either freestyle or unilaterally on the right- or left-hand side. Occlusal contact area in the intercuspal position, maximum bite force, masticatory performance and cycle duration were measured and the lateral asymmetry of these variables was calculated. Laterality tests were performed to determine handedness, footedness, earedness and eyedness as functional preferences, and hand-clasping, arm-folding and leg-crossing as postural lateral preferences. The preferred chewing side was determined using three different methods: assessment of the first chewing cycle for each trial, calculation of the asymmetry index from all cycles and application of a visual analogue scale. Bivariate relationship and multiple linear regression analyses were performed. The three methods demonstrated that the majority of the subjects preferred the right side for chewing. The factors most closely related to the preferred chewing side were asymmetry of bite force, asymmetry of masticatory performance and earedness, which explained up to 16% of the variance. Although several functional or postural lateral preferences seem to be related to the preferred chewing side, peripheral factors such as asymmetry of bite force and of masticatory performance are the most closely related to the preferred chewing side in adults with natural dentition.

Keywords

Cross-Sectional Studies; Functional Laterality; Humans; Lateral Preference; Mastication; Regression Analysis.

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
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

Introduction

One of the main objectives of prosthodontic treatment is to restore or improve masticatory function. Although the restoration of missing posterior teeth on the preferred chewing side (PCS) would improve masticatory efficiency, it remains to be determined whether prosthodontic restoration on the non-preferred side would change the masticatory pattern and thus improve masticatory performance (1, 2). This depends on whether the selection of the chewing side is regulated primarily by peripheral asymmetries or is an expression of cerebral dominance, like other functional lateralities. Peripheral factors that have been found to be related to masticatory laterality include asymmetry of several characteristics of occlusion, bite force and masticatory performance, missing posterior teeth and temporomandibular disorders (3-7). However, other studies have failed to find a significant association between some of these peripheral factors and the PCS (2, 8-10).

Functional preferences such as handedness, footedness, eyedness and earedness are thought to be related to cerebral dominance and have been found to be significantly and positively correlated to masticatory laterality in some studies (2, 11), but not in others (4, 8, 12). Other lateral preferences are postural asymmetries such as hand-clasping, arm-folding and leg-crossing preferences, which are affected by cultural factors to a lesser degree than handedness (13). Leg-crossing was associated with each of the four functional lateralities (13). Moreover, the strength of preference for arm-folding and hand-clasping was correlated (14), and handedness was associated with both postural preferences (15). To our knowledge, no studies have been performed to determine the relationship between masticatory laterality and postural lateral preferences. If these lateral preferences are related, it would suggest that they are controlled by the same factors.

The percentage of children and adults with a PCS range from 45% to 98% and there is no agreement on the question of which side is used more frequently (2-4, 8, 11, 16). Discrepancies in the literature can be explained by differences in study populations and the definition of PCS, and consequently the methods used, including the type of test food used, the measurement technique employed and the number of cycles assessed (17). Among the objective methods,

the use of bagged silicone to assess either the first cycle or all cycles showed a high level of reproducibility and validity (17). Although it is not an objective method, the use of the VAS to describe the level of lateral preference in mastication perceived by the subject was shown to be a valid and reliable method for the quantitative assessment of the PCS (17).

The main objective of this study was to determine whether peripheral, functional or postural lateralities are related to the preferred chewing side assessed by three different methods in adults with natural dentition. This study also aimed to determine if the right side was used more frequently for chewing among the same population.

Material and methods

Subjects

In this cross-sectional study, 146 young adults (102 women and 44 men, age range 20 - 45 years, mean age 24.4) with natural dentition were recruited from volunteer students and staff at the Faculty of Dentistry at the University of Barcelona (Barcelona, Spain). Among the participants, 42 had participated in an earlier research project (7, 18). Subjects with fewer than 24 natural teeth, those undergoing active orthodontic treatment and those suffering from orofacial pain were excluded. No subject had severe malocclusion or temporomandibular disorders that could affect mandibular movement. A test-retest was performed in 10 subjects, chosen by convenience, 1-2 weeks after the first measurements. Subjects were fully informed and signed an informed consent form approved by Barcelona University Dental Hospital Ethics Committee (Code 06/14). All experiments were carried out in accordance with the principles of the Helsinki Declaration.

Laterality tests

A single researcher performed all laterality tests. Handedness was determined by observing which hand the participant used to stir liquid in a glass. Footedness was assessed by observing which foot was used to stamp on an object. Earedness was determined by observing which ear was used for listening through a hole. Eyedness was assessed by observing which eye was used for looking into a dark bottle (2). Hand-clasping, arm-folding and leg-crossing were

determined by observing which thumb, arm or leg was positioned uppermost when the participants clasped their hands, folded their arms or crossed their legs, respectively (13). Preference for the right was coded as +1, whereas preference for the left was coded as -1.

Bite force and occlusal contact area

A bite-force transducer (gnathodynamometer, Technical University of Catalonia, Barcelona, Spain) was used to measure unilateral maximum bite force between the first premolars on both sides (4). The bite force measurements were recorded three times, with the order changed for each test, and the highest value was selected for each side. Occlusal contact area in the intercuspal position was measured on the left and right sides using bite registration material (Occlufast Rock; Zhermack, Badia Polesine, Italy) (4). Occlusal registrations were obtained from all subjects, trimmed, scanned and analysed by means of computer software. Occlusal contact was considered as an interocclusal distance of 200 µm or less.

Masticatory assays

Each subject performed three masticatory assays, each consisting of five trials of chewing 2 g of silicon for 20 cycles. Optosil tablets (5 mm thick, 20 mm in diameter) (Optosil P Plus; Heraeus Kulzer, Hanau, Germany) were made as described by Albert et al. (19), cut into quarters, and three of the quarter tablets placed in a latex bag, which was then sealed (7). In order to assess the PCS, one assay consisted of freestyle mastication. In order to assess masticatory performance and chewing rate, in the other two assays subjects were asked to chew bagged silicon unilaterally, i.e. only on the right-hand side in one assay and only on the left-hand side in the other, and the order of these trials was alternated.

Masticatory performance was evaluated for each unilateral masticatory assay by assessing the degree of comminution of the silicon test food (20). For each assay, particles from five trials (10 g) were dried for 24 h and passed through a series of eight sieves (0.25, 0.425, 0.85, 2, 2.8, 3.15, 4, and 5.6 mm) while being shaken for 1 min. After the cumulative weight distribution of the sieve contents had been determined, the median particle size was calculated for each subject using the Rosin–Rammmler equation $[Q_w(X) = 1 - 2E-(X/X_{50})^b]$, where $Q_w(X)$ is the

fraction of particles by weight with a diameter smaller than X, the median particle size (MPS or X_{50}) is the size of a theoretical sieve through which 50% of the weight can pass, and b describes the breadth of particle size distribution (21). The total duration of each of the five trials was used to calculate the duration of the average chewing cycle for each unilateral masticatory assay (22).

Methods for determining the PCS

The PCS was determined by three methods. The first method (PCS_1stC) was based on the definition of PCS as “the mandibular side favoured during the closing phase for the first masticatory cycle” (12), measured five times using an index as follows: $I = (\text{right} - \text{left}) / (\text{right} + \text{left})$. The second method (PCS_AI) used all masticatory cycles to calculate the asymmetry index (AI), as follows: $AI = (\text{number of right strokes} - \text{number of left strokes}) / (\text{number of right strokes} + \text{number of left strokes})$ (23). The last method (PCS_VAS) consisted of using a VAS assessment in which subjects made a mark on a 10-cm line with ‘always left’ (-1) and ‘always right’ (+1) at either end, and ‘no preference’ (0) in the middle (17).

Data analysis

New variables called “Asymmetry of...” were calculated for each peripheral variable parameter as the absolute difference between right-hand-side values and left-hand-side values. Therefore, a positive value for an asymmetry of quantitative variables signifies that the right-side value is higher than that of the left side. The PCS values of each subject in each of the three methods range from -1 (extreme left-side chewer) to +1 (extreme right-side chewer). Intraclass correlation coefficients and kappa statistics were determined as measures of the reliability of quantitative and categorical variables, respectively (Table 1). All quantitative variables, except for PCS_1stC, were normally distributed ($P > 0.05$, Kolmogorov-Smirnov). Pearson or Spearman’s Rho correlation coefficients were calculated to evaluate the correlation between peripheral, functional or postural variables and masticatory laterality was determined for each method. Finally, since the variables were interrelated, a stepwise multiple linear regression analysis with an inclusion level of 0.05 was performed to examine whether the variables would

significantly contribute to explaining the preferred chewing side determined for each method. Statistical analysis was performed using the SPSS program (IBM SPSS Statistics, version 21.0, Chicago, IL, USA) and *P*-values below 0.05 were considered significant.

Results

Regardless of the method used to determine the PCS, the subjects tended to chew more frequently on the right-hand side as demonstrated by the 95% confidence interval that did not include a mean of zero and was positive (Table 2). Using the threshold of 33%, 66-105 subjects were classified as consistent unilateral chewers (15-24 left-hand side and 51-81 right-hand side) and 41-80 as alternate unilateral chewers. For each functional laterality, the right side was preferred over the left side. However, like postural preferences, the left thumb was used more frequently than the right thumb while clasping the hands, the right leg was used more frequently than the left leg while crossing the legs and no lateral predominance was observed in arm-folding.

The Pearson correlation coefficients between the PCS determined for each method and the laterality of peripheral, functional and postural variables are shown in Table 3. Asymmetry of bite force, asymmetry of masticatory performance and earedness significantly correlated with PCS, regardless of the method used to determine it. Asymmetry of occlusal contact area and leg-crossing were weakly related to PCS and were dependent on the method used.

Stepwise multiple regression analysis showed that asymmetry of bite force and asymmetry of masticatory performance were the most important factors affecting the PCS determined using the asymmetry index (Table 4). These two variables accounted for 16% of the variation in PCS (adjusted $R^2=0.16$). However, earedness, asymmetry of bite force and leg-crossing accounted for 12% of the variation in the PCS perceived by the subject through a VAS.

Discussion

Among all the variables studied, asymmetry of bite force, asymmetry of masticatory performance and earedness were shown to be the factors most closely related to the PCS, since they explained up to 16% of the variance in adults with natural dentition. This study also confirmed that the right side is more frequently preferred for chewing than the left side. These two findings support the fact that, although the PCS is influenced by a central mechanism (2, 11), masticatory laterality depends more on peripheral asymmetries, especially those related to masticatory performance, when chewing hard food (3, 4, 7, 12).

These results suggest that only 16% of the PCS variation can be attributed to peripheral or central factors. Therefore, 84% of this variation is caused by other variables that were not included in this study. It has been reported that a complex interplay of factors is associated with the PCS, and therefore the side chosen for chewing in most cycles may occur at random (8, 24). The population studied consisted of young adults with natural dentition and without pain or dental caries, so it is reasonable to assume that these subjects were able to masticate on either side and preferred to alternate between sides. By contrast, a study that was conducted with a more heterogeneous population found that 63% of the variation in unilateral or bilateral chewing could be explained by gender and age, and several peripheral factors such as temporomandibular symptoms, asymmetric tooth loss and use of a removable prosthetic restoration (3). In the same study, the preferred chewing side was significantly associated with unilateral temporomandibular joint pain, unilateral joint clicking and asymmetric tooth loss (3).

The percentage of right-sided subjects for functional and postural lateralities found in the present study is consistent with that reported in another study (13). The fact that there is a significant preference for chewing on the right side over the left side has also been reported in other studies conducted among different populations (2-4, 11, 16). However, the correlation between masticatory laterality and handedness was found to be significant in just a few studies (2, 11), but not in others (4, 8, 10). These discrepancies may be explained by the population studied and the method used to determine the PCS. It is possible that the type of test food used may influence the PCS, since studies that used hard food, such as silicone or carrots, failed to find a correlation between masticatory laterality and handedness (4, 8, 10), in contrast to

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
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

studies that used chewing gum (2, 11). People usually chew gum for fun and the process may be more centrally controlled, whereas the aim of chewing hard food is to break the food down, and this probably requires use of the most efficient side for chewing.

Among the functional lateralities, earedness was the most closely related to masticatory laterality, as has been reported in other studies (2, 11, 12). In fact, earedness is apparently a better predictor than handedness, footedness or eyedness of hemispheric predominance for language (25). Another possible explanation is that the proportion of right-side chewers is more similar to the proportion of right-earedness than right-handedness or right-footedness. Similarly, the significant relationship between leg-crossing and chewing laterality, although weak, may be influenced by the similarity of the proportions. Therefore, it seems plausible that in absence of relevant peripheral asymmetries, the central nervous system controls the side for chewing.

The present study confirms that asymmetry of peripheral factors are more directly correlated with masticatory laterality than central factors. Consequently, it is possible that restoration of missing posterior teeth on the non-preferred side would change masticatory laterality and improve masticatory performance. However, due to the cross-sectional design of the present study, we cannot demonstrate whether an increase in bite force and masticatory performance on one side is the result or the cause of the preference of this side for chewing. Therefore, confirmation of this hypothesis is required through a prospective analytical study. Another limitation of this study is that, due to the low percentage of subjects with left-sided functional lateralities, the sample size is small, and this limits the ability to detect weaker associations. Furthermore, only one task for each functional laterality was evaluated and we cannot rule out associations with other functional laterality aspects. Another of the study's weaknesses was its use of only one test food to assess the PCS. The results are therefore only applicable to this type of test food.

In conclusion, although several functional or postural lateral preferences seem to be related to the preferred chewing side, peripheral factors such as asymmetry of both bite force and

masticatory performance are the most closely related to the preferred chewing side in adults with natural dentition.

Acknowledgements

The authors thank Christopher Evans for correcting their English.

This study was approved by Barcelona University Dental Hospital Ethics Committee (Code 06/14).

Funding:

This research was partially funded by the Bellvitge Campus Research Committee, University of Barcelona (ACESB 08/04), and the Faculty of Dentistry, University of Barcelona.

Conflicts of interest

The authors declare that there are no conflicts of interest.

References

1. van der Bilt A, Olthoff LW, Bosman F, Oosterhaven SP. Chewing performance before and after rehabilitation of post-canine teeth in man. *J Dent Res*. 1994;73:1677-1683.
2. 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;38:165-169.
3. 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;35:613-620.
4. Martinez-Gomis J, Lujan-Climent M, Palau S, Bizar J, Salsench J, Peraire M. Relationship between chewing side preference and handedness and lateral asymmetry of peripheral factors. *Arch Oral Biol*. 2009;54:101-107.
5. Lamontagne P, Al-Tarakeh Y, Honkala E. Relationship between the preferred chewing side and the angulation of anterior tooth guidance. *Med Princ Pract*. 2013;22:545-549.

6. Tomonari H, Kubota T, Yagi T, Kuninori T, Kitashima F, Uehara S, *et al.* Posterior scissors-bite: masticatory jaw movement and muscle activity. *J Oral Rehabil.* 2014;41:257-265.

7. Rovira-Lastra B, Flores-Orozco EI, Salsench J, Peraire M, Martinez-Gomis J. Is the side with the best masticatory performance selected for chewing? *Arch Oral Biol.* 2014;59:1316-1320.

8. Pond LH, Barghi N, Barnwell GM. Occlusion and chewing side preference. *J Prosthet Dent.* 1986;55:498-500.

9. Wilding RJ, Adams LP, Lewin A. Absence of association between a preferred chewing side and its area of functional occlusal contact in the human dentition. *Arch Oral Biol.* 1992;37:423-428.

10. Salioni MA, Pellizoni SE, Guimarães AS, Juliano Y, Alonso LG. Functional unilateral posterior crossbite effects on mastication movements using axiography. *Angle Orthod.* 2005;75:362-367.

11. Barcellos DC, da Silva MA, Batista GR, Pleffken PR, Pucci CR, Borges AB *et al.* Absence or weak correlation between chewing side preference and lateralities in primary, mixed and permanent dentition. *Arch Oral Biol.* 2012;57:1086-1092.

12. Hoogmartens MJ, Caubergh MA. Chewing side preference in man correlated with handedness, footedness, eyedness and eardness. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 1987;27:293-300.

13. Dittmar M. Functional and postural lateral preferences in humans: interrelations and life-span age differences. *Hum Biol.* 2002;74:569-585.

14. Ogah I, Stewart E, Treleaven M, Wassersug RJ. Hand clasping, arm folding, and handedness: relationships and strengths of preference. *Laterality.* 2012;17:169-179.

15. Tran US, Koller I, Nader IW, Pietschnig J, Schild AH, Stieger S, *et al.* Lateral preferences for hand clasping and arm folding are associated with handedness in two large-sample latent variable analyses. *Laterality.* 2014;19:602-614.

16. Paphangkorakit J, Thothongkam N, Supanont N. Chewing-side determination of three food textures. *J Oral Rehabil.* 2006;33:2-7.

17. Flores-Orozco EI. Evaluación de la fiabilidad y validez de métodos que determinan el lado de preferencia masticatorio. Ph.D. Thesis. Barcelona University: Spain; 2014. (<http://global.tesisenxarxa.net/handle/10803/275934>)

- 1
2
3 18. Flores-Orozco EI, Rovira-Lastra B, Willaert E, Peraire M, Martinez-Gomis J. Relationship
4 between jaw movement and masticatory performance in adults with natural dentition. *Acta*
5 *Odontol Scand* 2015 in press.
6
7
8 19. Albert TE, Buschang PH, Throckmorton GS. Masticatory performance: a protocol for
9 standardized production of an artificial test food. *J Oral Rehabil* 2003;30:720-2.
10
11 20. Lujan-Climent M, Martinez-Gomis J, Palau S, Ayuso-Montero R, Salsench J, Peraire M.
12 Influence of static and dynamic occlusal characteristics and muscle force on masticatory
13 performance in dentate adults. *Eur J Oral Sci.* 2008;116:229-236.
14
15 21. Olthoff LW, van der Bilt A, Bosman F, Kleizen HH. Distribution of particle sizes in food
16 comminuted by human mastication. *Arch Oral Biol* 1984;29:899-903.
17
18 22. Salsench J, Martínez-Gomis J, Torrent J, Bizar J, Samsó J, Peraire M. Relationship
19 between duration of unilateral masticatory cycles and the type of lateral dental guidance: a
20 preliminary study. *Int J Prosthodont.* 2005;18:339-346.
21
22 23. Mizumori T, Tsubakimoto T, Iwasaki M, Nakamura T. Masticatory laterality--evaluation and
23 influence of food texture. *J Oral Rehabil.* 2003;30:995-999.
24
25 24. Christensen LV, Radue JT. Lateral preference in mastication: a feasibility study. *J Oral*
26 *Rehabil.* 1985;12:421-427.
27
28 25. Strauss E. Hand, foot, eye and ear preferences and performance on a dichotic listening test.
29 *Cortex.* 1986;22:475-482.
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60

Table 1. Reproducibility of the variables estimated using intraclass correlation coefficients (ICC) and kappa statistics with 95% confidence interval (CI) coefficients (n=10).

Variables	ICC (95% CI)
CSP_1 st C	0.79 (0.40 : 0.94)
CSP_AI	0.77 (0.37 : 0.93)
CSP_VAS	0.93 (0.77 : 0.98)
Asym_MPS (mm)	0.81 (0.22 : 0.95)
Asym_TIME (msec)	0.82 (0.27 : 0.96)
Asym_BF (N)	0.68 (0.11 : 0.91)
Asym_OCA (mm ²)	0.69 (0.16 : 0.91)
Variables	Kappa (95% CI)
Handedness	0.82 (0.42 : 0.95)
Footedness	1
Earedness	0.82 (0.42 : 0.95)
Eyedness	1
Hand-clasping	1
Arm-folding	1
Leg-crossing	0.82 (0.42 : 0.95)

PCS_1stC = Preferred chewing side based on the 1st cycle. PCS_AI = Preferred chewing side based on the asymmetry index. PCS_VAS = Preferred chewing side based on the visual analogue scale. Asym = asymmetry; MPS = median particle size; TIME = cycle duration; BF = bite force; OCA= occlusal contact area.

Table 2. Descriptive analysis of the preferred chewing side, peripheral asymmetries and functional and postural lateralities of the subjects (n=146).

	MEAN	CI 95% of mean	RIGHT %	LEFT %
PCS_1 st C #	0.60	(-0.20 and 1.0)	45.5	16.4
PCS_AI	0.22	(0.14 to 0.29)	34.9	10.3
PCS_VAS	0.29	(0.22 to 0.37)	45.5	14.4
Asym_MPS (mm)	0.08	(-0.06 to 0.22)		
Asym_TIME (msec)	0.45	(-3.4 to 4.3)		
Asym_BF (N)	1.82	(0.65 to 3.0)		
Asym_OCA (mm ²)	-1.15	(-3.1 to 0.8)		
Handedness	0.85	(0.76 to 0.94)	92.5	7.5
Footedness	0.89	(0.82 to 0.97)	94.5	5.5
Earedness	0.41	(0.26 to 0.56)	70.5	29.5
Eyedness	0.41	(0.26 to 0.56)	70.5	29.5
Hand-clasping	-0.29	(-0.44 to -0.13)	35.6	64.4
Arm-folding	-0.14	(-0.30 to 0.03)	43.2	56.8
Leg-crossing	0.64	(0.52 to 0.77)	82.2	17.8

CI = confidence interval; PCS_1stC = Preferred chewing side based on the 1st cycle. PCS_AI = Preferred chewing side based on the asymmetry index. PCS_VAS = Preferred chewing side based on the visual analogue scale. Asym = asymmetry; MPS = median particle size; TIME = cycle duration; BF = bite force; OCA= occlusal contact area.

Because this variable was not distributed normally, these values refer to median and percentile 25 and 75.

Table 3. Correlation coefficient between the preferred chewing side (PCS) and peripheral asymmetries and functional and postural lateralities.

	PCS_1st Cycle (Rho Spearman)	PCS_Asymmetry Index (Pearson's r)	PCS_VAS (Pearson's r)
Asym__MPS	-0.24**	-0.27**	-0.23**
Asym__Time	-0.04	-0.07	-0.07
Asym__BF	0.33**	0.34**	0.24**
Asym__OCA	0.04	0.12	0.17*
Handedness	0.05	0.02	0.03
Footedness	0.02	0.08	0.08
Earedness	0.19*	0.20*	0.25**
Eyedness	0.10	-0.03	-0.06
Hand-clasping	0.04	0.08	0.07
Arm-folding	-0.08	-0.02	-0.04
Leg-crossing	0.10	0.18*	0.22**

* P<0.05; **P<0.01; PCS = preferred chewing side; Asym = asymmetry; MPS = median particle size; TIME = cycle duration; BF = bite force; OCA= occlusal contact area. Bold values mean significant correlation.

Table 4. Stepwise regression models of factors related to the preferred chewing side (PCS) determined using the asymmetry index and the visual analogue scale (VAS).

PCS-Asymmetry index

Model	Variables included	Beta	R	R_a^2	F (Sig.)
1	Asymmetry of bite force (N)	0.34	0.34	0.11	19.0 (<0.001)
2	Asymmetry of masticatory performance (mm)	-0.23	0.41	0.16	14.4 (<0.001)

PCS-VAS

Model	Variables included	Beta	R	R_a^2	F (Sig.)
1	Earedness	0.25	0.25	0.06	9.4 (0.003)
2	Asymmetry of bite force (N)	0.20	0.32	0.09	8.0 (0.001)
3	Leg-crossing	0.19	0.37	0.12	7.4 (<0.001)

R_a^2 : adjusted R^2 (fraction of variance explained). F (Sig.): F-value and significance.