



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

Relació entre el peu, la postura i l'articulació temporo-mandibular

Relationship between foot, posture and
temporomandibular joint

TREBALL FINAL DE GRAU

GRAU DE PODOLOGIA

Nom: Andrea Mesas Rocamora

Curs acadèmic: 2016-2017

Codi de l'assignatura: 360416

RESUM

Introducció: En les últimes dècades s'ha especulat molt sobre l'efecte dels desordres mandibulars en la postura del cos, incloent les extremitats inferiors i els peus. **Objectius:** (1) descriure vies neuromusculars que relacionen peu-boca-postura; (2) determinar l'efecte de les diferents alteracions del peu i la postura en el sistema estomatognàtic; (3) determinar els suports plantars útils en el tractament dels problemes oclusals. **Material i mètodes:** S'ha revisat la bibliografia publicada en relació al tema en les bases de dades PubMed i Science Direct. **Resultats:** Revisió de 26 fonts, que inclou llibres, revisions bibliogràfiques i estudis experimentals. **Conclusió:** (1) El peu la boca i la postura es relacionen a través de les cadenes miofascials i el nervi trigeminal (2) l'efecte de les diferents alteracions del peu i la postura en el sistema estomatognàtic no està clar; (3) el tractament amb suports plantars posturals és un recurs útil per al tractament multidisciplinari dels trastorns estomatognàtics.

PARAULES CLAU

Oclusió dental; Postura; Articulació temporo-mandibular; Peu; Sistema trigeminal; Sistema estomatognàtic.

ABSTRACT

Introduction: In last decades, much has been speculated about the effect of mandibular disturbances in posture of the whole body, including the lower limbs and feet. **Objectives:** (1) describe neuromuscular pathways linking foot, mouth and posture; (2) determine the effect of different alterations of the foot and posture in the stomatognathic system; (3) determine the postural insoles useful in treating occlusal problems. **Material and methods:** We reviewed the literature published on the subject in the databases PubMed and Science Direct. **Results:** Review of 26 sources, including books, literature reviews and experimental studies. **Conclusion:** (1) The foot and mouth posture are related through myofascial chains and the trigeminal nerve (2) the effect of various disorders of the foot and posture in the stomatognathic system is not clear; (3) treatment with postural insoles is a useful resource for the multidisciplinary treatment of stomatognathic disorders.

KEYWORDS

Dental occlusion; Posture; Temporomandibular joint; Foot; Trigeminal System; Stomatognathic system.

ABREVIATURES

ATM: articulació temporo-mandibular; TTM: trastorns temporo-mandibulars; BO: bloqueig oclusal; MIC: posició de màxima intercuspidació; SNC: sistema nerviós central.

INTRODUCCIÓ

El cos humà funciona com un tot, i cada una de les seves parts s'interrelaciona amb les altres⁽¹⁾, de manera que, un canvi en qualsevol part del cos pot crear un desordre en una altra^(2,3). La postura és la posició del cos humà i la seva orientació en l'espai, en equilibri amb el moviment i la gravetat. El control de la postura és una activitat complexa basada en la interacció de processos dinàmics, sensitius i motors⁽⁴⁾. Aquesta depèn de l'activació muscular, controlada pel sistema nerviós central (SNC), que produeix ajustaments posturals evocats per diversos tipus d'entrades^(2,5).

El centre de gravetat del cos està situat molt cranialment (aproximadament en la 3a vèrtebra lumbar), i el polígon de sustentació és molt reduït, per tant, el risc de desequilibri és permanent. L'ésser humà està contínuament en un desequilibri estable, mantenint les oscil·lacions dins del polígon de sustentació. L'objectiu principal del control postural és l'alineament actiu del cap i del tronc en relació amb la línia de la gravetat⁽⁴⁾.

El sistema estomatognàtic és una unitat funcional formada per components esquelètics (maxil·lar i mandíbula), arcs dentals, teixits tous (glàndules salivals, nervis i vasos), l'articulació temporo-mandibular (ATM) i els músculs de la masticació. Aquest juga un paper molt important en el control postural⁽²⁾. L'oclusió dentària pot originar alteracions en l'equilibri postural i modificar el sistema tònic postural, donant origen a patologies localitzades en el raquis i/o en altres localitzacions del cos⁽¹⁾. També al contrari, l'alteració de l'equilibri corporal pot influenciar en la posició mandibular i la morfologia facial⁽⁶⁾.

Tant l'oclusió dentària com el suport podàlic, generen dues funcions molt importants: la deglució i la deambulació. Les dues impliquen de diferent manera a totes les estructures esquelètiques i musculars interposades entre ambdós extrems, i per consegüent, a la columna vertebral i la duramàter, que és el nexa d'unió de tot el sistema, així com directa o indirectament, al SNC o perifèric⁽¹⁾.

OBJECTIUS

1. Descriure vies neuromusculars que relacionin peu-boca-postura.
2. Determinar la relació entre les diferents alteracions posturals i en el peu amb els diferents tipus de maloclusió.
3. Determinar els suports plantars podoposturals que s'apliquen per col·laborar al tractament dels problemes oclusals dins d'un equip multidisciplinari.

MATERIAL I MÈTODES

Per a l'elaboració d'aquest treball es va realitzar una recerca bibliogràfica per paraules clau en les bases de dades Pubmed i Science Direct, entre els mesos de novembre de 2016 i abril de 2017. La recerca es va dividir en dues parts. En la primera, l'estratègia de recerca va ser: (*malocclusion OR dental occlusion OR trigeminal nerve OR trigeminal system OR temporomandibular joint OR stomatognathic system*) AND (*foot OR postural control OR posture OR plantar arch*), i es va filtrar la recerca per a fonts publicades en anglès i castellà i el text complet disponible. Es van obtenir 70 resultats, dels quals es van utilitzar 20 per a la realització del treball. La recerca es va complementar amb 4 llibres de rellevància extrets de la Biblioteca de la Universitat de Barcelona i 2 articles de rellevància trobats a la base de dades Google Scholar.

La segona part de la recerca es va realitzar per a la revisió d'estudis sobre la relació entre la oclusió, la postura i el peu. L'estratègia de recerca emprada va ser: (*malocclusion OR dental occlusion OR temporomandibular joint OR stomatognathic system*) AND (*foot OR postural control OR posture OR plantar arch*), i es va filtrar per fonts publicades del 2011 al 2017, en idiomes anglès i castellà i el text complet disponible.

Es van obtenir un total de 44 articles, dels quals 11 van ser utilitzats per a la revisió (figura 1).

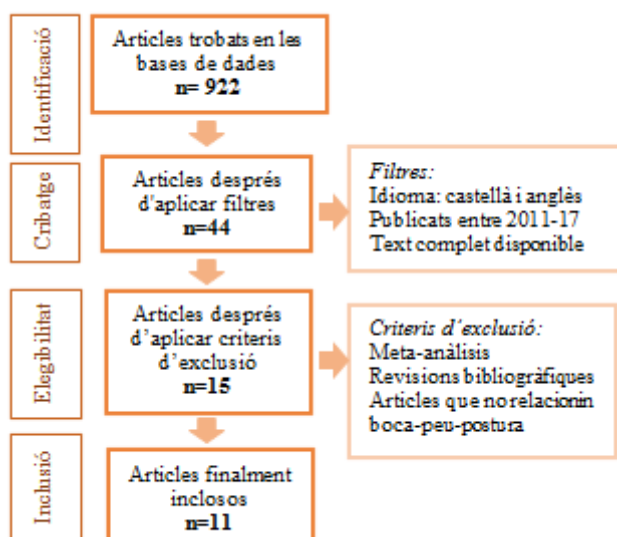


Figura 1: Metodologia utilitzada per la segona part de la recerca.

RESUTATS

El control de la posició del cos en l'espai per tal de mantenir l'estabilitat i l'orientació s'anomena control postural i és regulat pel sistema tònic postural^(7,8). Aquest, és un sistema complex format per diferents components, sensorials i motors, que elabora estratègies (anticipades o retardades) assegurant o recuperant el control de la posició en repòs i en moviment^(4,8). El cos disposa de diversos sensors o receptors, que informen sobre l'entorn, és a dir, exoentrades (sistema ocular, vestibular i planta dels peus), o sobre l'estat intern del cos, és a dir, endoentrades (propiocepció)^(4,7-12). L'estat d'ànim, la respiració, i la posició del cap i del coll també poden modificar la postura^(5,8). El procés de control postural es pot comparar amb l'equilibri oscil·lant d'un pèndul invertit⁽¹²⁾.

La informació dels sensors corporals es transmet al SNC, on s'integra per poder proporcionar una representació interna del cos i del medi ambient, i s'utilitza per generar i actualitzar les ordres motores que mantenen l'equilibri postural. Per tant, el procés d'equilibri està predominantment basat en els mecanismes de retroalimentació que involucren la interacció complexa dels sistemes sensorials i motors^(7,9).

La medul·la espinal és el primer nivell de control de l'equilibri. Les respostes són de tipus reflex, però per si sola no pot recuperar l'equilibri, sinó que necessita la resposta més elaborada dels altres sistemes. El tronc cerebral (formació reticular, nuclis vestibulars i ganglis de base) i el cerebel són el segon nivell de control. El cerebel supervisa l'activitat motriu. Aquest és responsable de la regulació dels reflexes posturals i del to neuromuscular. Finalment el cervell té certa responsabilitat en el control de l'equilibri, encara que molt limitada⁽⁴⁾.

La posició erecta del cap és mantinguda per l'equilibri tensional entre els ossos craniocervicals, estructures miofascials i l'oclusió dental^(5,8). La columna cervical superior és la medidora entre el cap i el tronc i forma un sistema anatòmic-funcional interrelacionat⁽⁵⁾. Qualsevol canvi en l'oclusió variarà l'activitat de tots els músculs de la mastiació, incloent els músculs associats amb el cap i el coll, afectant habitualment al trapezi i l'esternocleidomastoïdal^(3,13). Deglutir de forma anòmala per un problema bucodental o realitzar una oclusió anòmala deguda a diferents causes (contactes prematurs, maloclusions, pèrdues de peces, pròtesi mal ajustada...) genera disharmonia en el contacte d'ambdós maxil·lars, que inclinarà el pla oclusal, apareixent una torsió de l'eix cefàlic que inevitablement incidirà en l'eix bipupil·lar i òtic. La desviació cefàlica provocarà una onada de successos que viatjarà a través de tot el cos, provocant descompensacions en la columna vertebral, maluc, genolls, turmells i peus, generant canvis en tot el sistema postural (*figura 2*)^(1,3,14).

Els trastorns de les funcions de la musculatura masticatòria com la masticació i la deglució, poden ser transmesos a la musculatura distal i viceversa^(2,5). Així doncs, el peu pot causar desequilibris posturals (quadre ascendent), pot ser una resposta adaptativa a les alteracions patològiques en altres parts del cos (quadre descendent) o ambdues (quadre mixt)⁽¹⁵⁾. L'èxit del tractament dependrà de la localització del factor causal principal, el tractament d'aquest i posteriorment, de la resta de nivells afectats^(1,3,11).

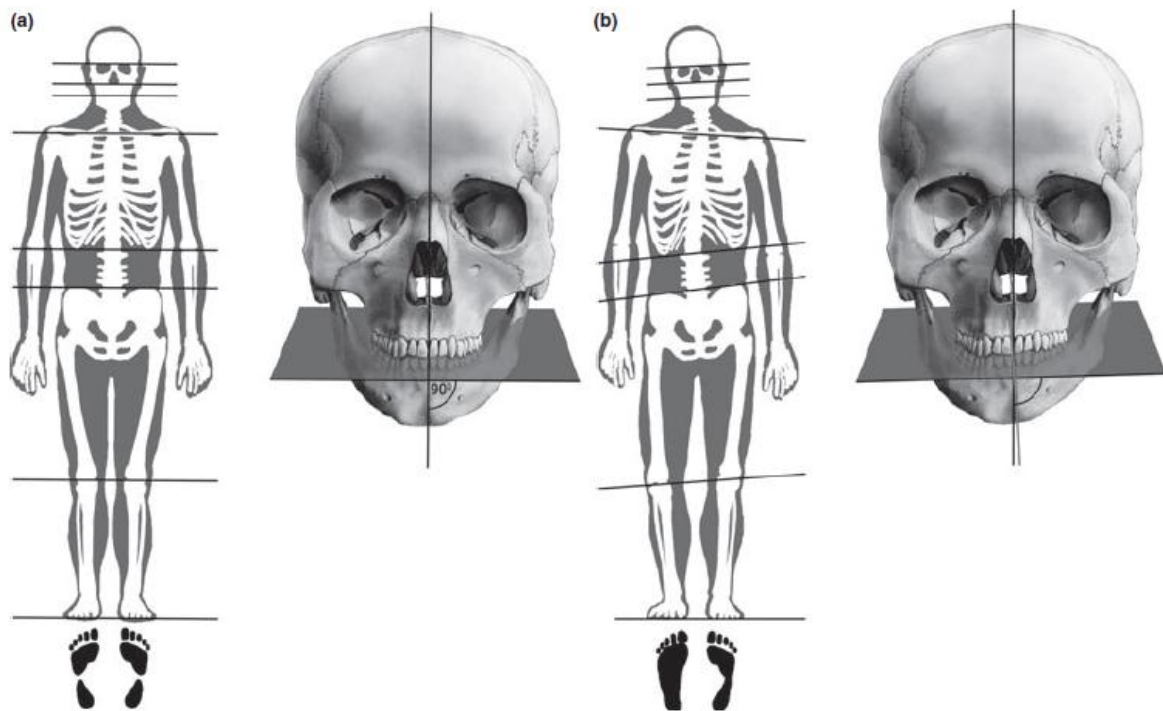


Figura 2: Plans anatòmics paral·lels i perpendiculars a l'horitzontal (a); si els plans no són paral·lels, causaran una sèrie de reaccions neuromusculars provocant una alteració del sistema estomatognàtic(b)⁽³⁾.

Relació peu-boca-postura mitjançant cadenes musculars

Un element bàsic de la relació entre el sistema estomatognàtic i la postura són les cadenes miofascials. La fàscia profunda envolta els músculs, ossos, nervis i vasos sanguinis, i està formada per miofibroblasts i diversos tipus de receptors (nociceptors, propioceptors, mecanoreceptors, termoreceptors i quimiorceptors). El sistema fascial distribueix passivament la tensió en els músculs del cos quan és estimulat mecànicament, i posseeix una capacitat contràctil autònoma que influeix en la tensió de la fàscia. L'estimulació de mecanoreceptors intrafascials fa que el sistema

nerviós vegetatiu i el SNC canvien la tensió dels miofibroblasts intrafascials. Aquesta tensió es transmet al llarg de les cadenes miofascials, influint d'aquesta manera en la postura de tot el cos⁽²⁾.

Tots els músculs d'una cadena són mútuament dependents i es comporten com si fossin un sol múscul⁽²⁾. No podem modificar-ne un, sense alterar la resta de la cadena connectada a aquest. Quan es produeix una lesió muscular, causa un escurçament muscular que és absorbit al llarg de tota la cadena, i aleshores podem trobar símptomes a distància del múscul afectat⁽¹⁾. Per tant, si s'altera l'equilibri muscular individual, els mecanismes neuromusculars intentaran compensar-ho⁽⁹⁾.

Souchard (1993), Busquet (1995), Myers (2001) i Stecco (2004) han descrit models explicant les cadenes miofascials i la seqüència que segueixen creuant tot el cos i unint el cap amb els peus. Tots ells han postulat que aquestes cadenes estan directament relacionades amb l'organització del moviment i la transmissió de la força muscular⁽¹¹⁾.

La llengua forma part directa o indirectament de totes les cadenes musculars que col·laboren en l'estabilitat postural. Segons Souchard, hi ha 5 cadenes musculars: anteroposterior (AP), posteroanterior (PA), anteromedial (AM), posteriomedial (PM), anterolateral (AL) i posterolateral (PL)⁽¹⁾.

Relació peu-boca-postura mitjançant nervi trigeminal

La propiocepció del sistema estomatognàtic, provinent de la musculatura masticatòria, els lligaments periodontals i els receptors de l'ATM, prové del nervi trigemin^(5,15-17). El nervi trigemin, o cinquè par cranial, és el major i més complex dels dotze nervis cranials. Innerva la cara, les mucoses i altres zones del cap. És el nervi motor dels músculs de la masticació i conté fibres propioceptives⁽¹⁸⁾.

S'han trobat nombroses connexions nervioses del nervi trigemin a estructures neurals involucrades en el control postural⁽¹⁹⁾. Per una banda, s'ha demostrat la relació entre el nucli trigeminal i el nucli vestibular en la rata^(16,17,19). El nucli vestibular integra les aferències sensorials induint respostes motores reflexes en les extremitats inferiors (reflex vestibulo-espinal)⁽¹⁷⁾. També s'ha demostrat la relació entre el nucli trigeminal i el sistema ocular motor, s'han trobat projeccions directes trigeminals al cerebel (involucrat en el control i la coordinació del moviment ulls-cap), la formació reticular i altres nuclis del tronc cerebral^(2,11,17,19). En humans, pocs estudis han documentat la modulació trigemino-vestibular, però s'ha suggerit que la modulació de l'activitat vestibular per part del trigemin afecta al control postural⁽¹⁹⁾. A més a més, les projeccions de les neurones

trigeminals descendeixen més avall de C5, C6 i C7⁽⁵⁾, fins a les motoneurons cervicals que innerven els músculs del coll (reflex trigemin-cervical), suggerint que el nervi trigemin està implicat en la coordinació del moviment del coll i en la modulació de la informació sensorial entrant de la medulla espinal cervical⁽²⁰⁾⁽¹¹⁾.

Aquestes interrelacions, mostren que la pertorbació de les aferències trigeminals podria induir pertorbacions del control postural⁽¹⁷⁾. Així doncs, les informacions trigeminals asimètriques es projecten sobre els nuclis dels nervis espinals, causant asimetries de tensió a nivell dels músculs del coll i de les espatlles⁽¹⁵⁾. També en sentit contrari, el sistema estomatognàtic es pot veure afectat per estímuls descendents (estrès, ansietat...) o ascendents (propiocepció de la columna vertebral, dels peus, i de les cames)⁽¹¹⁾.

Maloclusions-alteracions posturals-alteracions podals

Segons Cavallé et al. el peu pla origina anteversió de la pelvis, hiperlordosi lumbar hipotònica i hipercifosi dorsal compensatòria. Aquests moviments, generen flexió a nivell de C0-C1-C2, disminució de la lordosi cervical, avançament del cap, pèrdua de dimensió vertical i tendència a l'avançament mandibular (maloclusió classe III)(figura 3). El peu buit origina retroversió de la pelvis i hiperlordosi lumbar hipertònica. A nivell de la posició del cap trobem una hiperlordosi cervical, hiperextensió de l'articulació atles-occipital, avançament del cap, flexió cervical en C5-C6-C7 per a adequar el pla bipupilar a l'horitzó(figura 4), augment de la dimensió vertical i, habitualment, retrusió mandibular (classe II, generalment de 1a divisió)(figura3)⁽¹⁾.

Segons Yurchenko et al., en defectes dentals unilaterals, hi ha hipoactivitat i augment de la tensió del múscul esternocleidomastoïdal ipsilateral, i una desviació de la columna cervical contralateral. Les

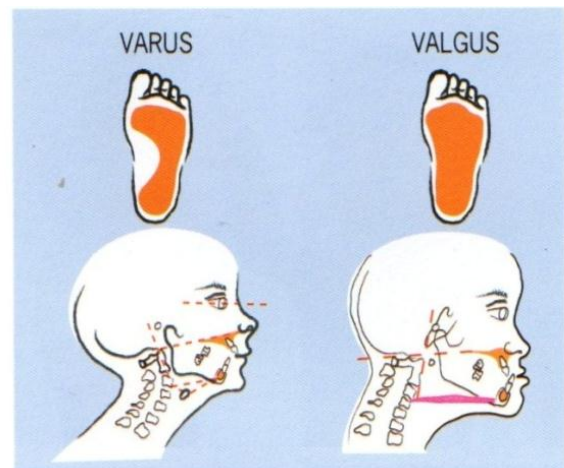


Figura 3: correlació peu buit i maloclusió classe II (esquerra); correlació peu pla i maloclusió de classe III.

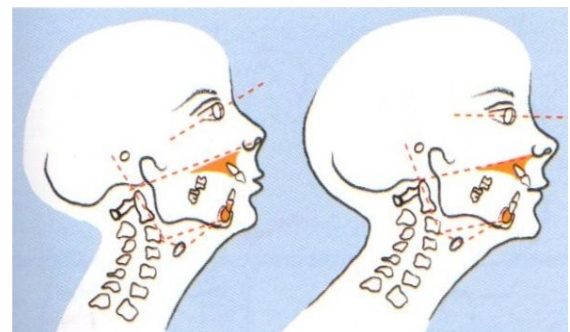


Figura 4: Flexió cervical inferior per adequar el pla bipupilar en la tipologia peu buit-maloclusió classe II.

desviacions oclusals sagitals estan relacionades amb la postura corporal i la posició antero-posterior del cap. Els individus amb maloclusió de classe II tenen un major to muscular en músculs anteriors dels coll, resultant en un desplaçament anterior del cap. També presenten augment del to muscular dels extensors, amb una extensió de l'articulació atlanto-occipital⁽³⁾.

Bricot va relacionar la classe II de maloclusió amb un avançament del cap, i la classe III de maloclusió amb una posició del cap posterioritzada, repercutint sobre la columna cervical i per tant, sobre la resta de la columna i la postura corporal⁽¹⁵⁾.

A la taula número 1 trobem els resultats trobats en la recerca bibliogràfica sobre estudis que relacionen l'efecte de l'alteració de l'oclusió en la postura, la morfologia de la columna vertebral, el suport dels peus i l'activitat muscular (*taula 1*).

Suports plantars posturals

Els SP posturals es basen en la teoria, proposada per alguns autors, de la “cadena ascendent”, en que una pertorbació a nivell del peu o una entrada sensorial plantar diferent pot influir en la postura corporal i en la oclusió dental⁽²¹⁾.

Aquests es caracteritzen per proporcionar estímuls als baropresors cutanis plantars (sensibles a menys d'1g de pressió)⁽²²⁾, mitjançant l'aplicació de petits relleus (1- 3mm) sota el cos carnós d'un múscul, per tal d'estimular els fusos neuromusculars, augmentant la tonicitat del pacient. Aquests petits relleus proporcionen al sistema nerviós informacions que potencien la seva percepció del desequilibri postural, obligant-lo a reaccionar retroactivament, modificant el to muscular fins a restablir l'equilibri òptim. Aquests micro-relleus conserven el lliure joc articular, utilitzant-se per tractar trastorns funcionals⁽²³⁾.

Els relleus es col·locaran en forma d'elements en la part externa o interna o de barres transversals. Es realitzen en base a les informacions obtingudes prèviament durant els tests neuromusculars i exteroceptius posturals. L'objectiu no és tant modificar la posició del peu, sinó donar una informació que modifiqui la postura, actuant també sobre el peu⁽²²⁾.

Taula 1: estudis relació alteració de la oclusió en la postura, la morfologia de la columna vertebral, els suport dels peus i l'activitat muscular. **Abreviatures:** H (homes); D (dones), MIC (posició de màxima intercuspidació); BO (bloqueig oclusal, amb rotlles de cotó excepte quan s'especifica un altre mètode); PR posició de repòs; FMC: força de mossegada controlada; SP: suports plantars; AP: antero-posterior; ML: medio-lateral; TTM: trastorns temporo-mandibulars.

AUTOR I ANY	SUBJECTES	CONDICIONS EXTEROCEPTIVES	SISTEMA de MESURA i DURADA	RESULTATS
2017 März K et al. ⁽²⁴⁾	44 sans (23 D i 21H) Edat 24,5	MIC, FM, PR, BO, BO unilateral, làmina d'elevació 1mm, lateroclusió coincidint els canins drets. Estàtica	Rasterografia columna(3D) Efecte immediat	Augment flexió cervical (lateroclusió), angle de cifosi (lateroclusió i BO) i flexió lumbar (BO, PR, elevació 1mm), comparat amb MIC. Flexió cervical i angle de cifosi > flexió lumbar i angle de lordosi: efecte major de la oclusió dental en la part superior de la columna.
2016 Scharnw eber B et al. ⁽⁹⁾	87 H Edat 25,23 Sans i amb patologia estomatognàtica	MIC i BO Estàtica i dinàmica	Plataforma de forces Efecte immediat	<u>Estàtica:</u> BO: reducció balanceig frontal i sagital. NO efecte distribució del pes en els segments del peu. MIC i BO: NO diferència entre el grup amb patologia estomatognàtica. Variació distribució pes peu dret/esquerre en la majoria de grups estudiats. <u>Dinàmica:</u> BO: disminució temps de contacte ambdós peus, augment superfície de suport de l'arc en el PD. Patologia estomatognàtica: NO efecte en distribució de la pressió plantar.
2016 Julià S et al. ⁽²⁵⁾	10 H sans Edat 33.62	MIC, BO Estàtica: Suport estable/inestable Condicions de fatiga/no fatiga	Plataforma de forces inestable Efecte immediat	Control balanç en BO> MIC (més en condicions d'inestabilitat) Control del balanç pre-exercici > post-exercici en MIC

2015 German O. et al. ⁽²⁶⁾	25 rates (mascles) Madurs sexualment (20-22 setmanes).	Grup control (sans) i 4 grups experimentals(augment pla oclusal 1mm en molars superiors drets , esquerres i extracció molars superiors drets i esquerres .	Radiografies 21 dies	No associació entre costat d'alteració oclusal i direcció del desplaçament vertebral. Augment/reducció alçada pla oclusal→ modificació columna cervical i toràcica. Als 14 dies realineació columna cervical i toràcica i anteriorització columna lumbar.
2015 Hellman n D et al. (19)	12 sans(10 H i 2 D). Edat: 21,8	FMC i PR Estàtica: suport bipodal i unipodal	Sistema optoelectrònic (columna, cap, turmell, genoll i maluc) i EMG (recte femoral, vast medial, bíceps femoral, tibial anterior, soli, gastrocnemi medial i masseter) Efecte immediat	FMC respecte PR: Reducció rangs moviment i velocitats angulars turmell, genoll i maluc en suport bipodal i unipodal Reducció de la variabilitat dels ratios EMG en recte femoral, vast medial, bíceps femoral, tibial anterior, soli, gastrocnemi medial i masseter
2015 Marini I et al. ⁽²¹⁾	19 sans (7 H i 12 D) Edat 22	MIC i PR (ulls oberts i tancats) SP experimentals Estàtica	Sistema optoelectrònic i EMG (temporal, masseter, esternocleidomastoïdal i trapezi) 14 dies	SP: NO canvis posturals, EMG ni cinemàtica mandibular
2015 Ringhof S et al. ⁽⁷⁾	12 sans (10 H i 2 D). Edat 21.8	FMC (150N) i PR Suport bipodal i monopodal Estàtica	Plataforma de forces i sistema optoelectrònic Efecte immediat	FMC: Reducció àrea centre de pressió i desplaçament anteroposterior i mediolateral (en pelvis, tronc i cap; ambdós suports), respecte PR. Suport bipodal: < balanceig anteroposterior i mediolateral i àrea centre de pressió, respecte suport unipodal. Posició relativa centre de pressions en AP i ML= en FMC i PR

2014 Ohlendorf D et al. ⁽¹⁴⁾	23 sans (5 H i 18 D) Edat 25,2	MIC, BO 4mm unilateral en premolar dret, esquerre, bilateral i frontal. Estàtica i dinàmica	Sistema de sensors (columna) Curt termini (7 minuts)	BO (estàtica i dinàmica) → causa canvis en la posició de la columna (flexió lateral esquerra de la columna, torsió cap a la dreta, extensió cervical i toràcica) NO relació entre posició bloqueig i costat de l'alteració de la columna.
2013 Marini I. et al. ⁽¹⁶⁾	12 sans (3 H i 9 D) Edat 22	BO permanent (2mm, segon premolar). MIC i PR (ulls tancats i oberts). Estàtica i dinàmica	Sistema optoelectrònic, plataforma de forces i EMG (temporal, masseter, esternocleidomastoïdal i trapezi) 14 dies	NO associació oclusió dental amb canvis en la postura corporal ni en la plataforma de forces. Activitat EMG: > als 7 dies i es normalitza als 14.
2013 Baldini A, et al. ⁽⁸⁾	44 sans (30 H i 14 D) Edat 23,75	MIC, PR i BO (8mm) (ulls oberts i tancats) Estàtica	Plataforma de forces Efecte immediat	Àrea de balanceig: PR<MIC<BO No associació posició mandibular i velocitat de balanceig i centre de pressió Ulls tancats: increment àrea i velocitat de balanceig, però NO variació centre de pressions
2011 Cuccia AM et al. ⁽¹¹⁾	168: 84 amb TTM (28 H i 56 D); 84 sans (32 H i 52 D). Edat 28,9 (TTM) 27,1 (sans)	PR, MIC, BO Dinàmica	Plataforma de forces Efecte immediat	Subjectes sans i amb TTM: MIC → < càrrega i > superfície de suport bilateral BO → > càrrega i < superfície de suport TTM respecte grup control: > superfície total i superfície avantpeu (BO) i > mitjana de pressions en MIC

DISCUSSIÓ

Pel que fa a la relació entre la postura, el peu i l'oclusió dental, 8 estudis duts a terme en humans^(7-9,11,14,19,24,25) i un estudi en rates⁽²⁶⁾ van afirmar l'alteració dels paràmetres posturals i/o els diferents segments del cos en dependència a diferents paràmetres oclusals. Per altra banda, dos articles^(16,21) van obtenir un resultat negatiu de la relació boca-postura-peu.

Dos estudis van trobar una reducció en el balanceig durant el bloqueig oclusal (BO) respecte a la posició de màxima intercuspidació (MIC) en pacients sans^(9,25). La MIC podria estar relacionada amb un desequilibri de l'ATM, que s'ha adaptat amb el temps degut a un costat de masticació preferit. El BO causa ajustament muscular, creant un mecanisme de compensació descendent que resulta en una disminució del treball muscular⁽⁹⁾. Contràriament, un estudi va trobar un augment del balanceig en l'oclusió bloquejada, que disminuïa en MIC i tenia els valors més baixos en posició de repòs mandibular⁽⁸⁾. Un altre estudi va trobar disminució del balanceig i de l'àrea del centre de pressió durant una força d'oclusió controlada i respecte a la posició de repòs mandibular⁽⁷⁾, podent estar causat per un augment de la rigidesa del tronc per l'activació muscular, millorant el control postural. Aquests estudis evidencien l'acoblament del sistema craniomandibular i la postura humana, sense conèixer si és neural o mecànic, però pel que fa a la correlació entre el tipus de posició de l'oclusió i l'augment o disminució del balanceig els resultats són contradictoris.

Tres articles van afirmar la relació causal entre diferents posicions oclusals i la seva acció en la columna^(14,24,26). März K. et al. van observar un augment de la flexió cervical, flexió lumbar i l'angle de cifosi per a algunes posicions oclusals comparades amb la MIC, concloent que en el seu estudi la compensació muscular podria haver emmascarat l'impacte de les diferents posicions oclusals a la columna vertebral⁽²⁴⁾. Ohlendorf D et al. va trobar que la manipulació de l'oclusió s'associava a un canvi en la columna, que en BO (unilateral, bilateral i frontal) tendeix a una flexió lateral esquerra, una extensió de la regió cervical i toràcica i una torsió cap a la dreta⁽¹⁴⁾. El tercer estudi va ser realitzat amb rates, on van trobar efectes significants en les desviacions en el pla sagital i frontal a partir d'1 setmana de l'alteració oclusal. Es va observar que l'alteració de la mossegada afecta la lordosi de la columna cervical i la cifosi de la columna toràcica, que acostumen a realinear-se causant un augment de la lordosi⁽²⁶⁾. Aquests resultats demostren la relació entre les diferents posicions oclusals i els canvis en la morfologia de la columna vertebral, però no es pot provar l'associació entre el costat o el tipus d'alteració oclusal i la direcció del desplaçament vertebral, ja que els estudis es contradiuen. German O et al. i März K et al.

coincideixen en que les alteracions oclusals tenen un efecte immediat major en la columna cervical.

Només dos articles van relacionar els efectes de l'oclusió dental en l'extremitat inferior. Un va afirmar que la MIC redueix la càrrega i augmenta la superfície de suport⁽¹¹⁾, mentre que l'altre va observar una reducció dels rangs de moviment i les velocitats angulars de les extremitats inferiors i de la variabilitat de contracció muscular de la musculatura masticatòria i de la musculatura de l'extremitat inferior en força màxima controlada, concloent que la força de mossegada afecta els patrons de contracció neuromuscular i resulta en una millora de la precisió cinemàtica⁽¹⁹⁾.

Aquests estudis contradiuen les investigacions dutes a terme per Marini I et al. (2013 i 2015), en que va afirmar l'absència d'associació entre l'oclusió dental i la postura corporal i entre l'ús de SP mecànics en la postura i la cinemàtica mandibular^(16,21). Aquests estudis presenten limitacions ja que la mida de la mostra era petita i només es van realitzar en voluntaris sans. A més a més, el tipus de SP i la metodologia que s'ha seguit per realitzar-los no està clara.

Nou estudis s'han realitzat amb subjectes sans (no TTM, oclusió neutra, no trastorns musculoesquelètics, no trastorns que alterin el control postural)^(7-9,14,16,19,21,24-26). Els subjectes sans poden presentar una capacitat de compensació més elevada, emmascarant els canvis posturals⁽²⁴⁾. A més a més, els resultats no es poden extrapolar a condicions clíniques, impedit arribar a una conclusió definitiva^(14,21). Dels dos estudis realitzats en subjectes amb patologia estomatognàtica, un no va trobar diferències en el balanceig i la distribució de la pressió plantar entre el grup afectat, mentre que l'altre només va trobar un augment de la superfície de suport total i de l'avantpeu en BO i un augment de la mitjana de pressions en MIC en els subjectes amb TTM. Els resultats d'aquests dos estudis i l'escàs nombre d'estudis realitzats amb subjectes patològics, no permet establir cap relació entre la patologia estomatognàtica, la postura corporal i la morfologia de peu que podem trobar.

Una altra limitació present en molts dels articles revisats és que s'han realitzat a curt termini, valorant l'efecte immediat de les diferents posicions oclusals^(7-9,11,14,19,24,25), evitant d'aquesta manera l'observació dels efectes de les alteracions oclusals a llarg termini. Els canvis instantanis en la posició de la columna d'efecte immediat només són en el rang de mil·límetres i no tenen rellevància clínica, ja que es desconeix el significat clínic dels petits canvis posturals. Són necessaris més estudis a llarg termini per demostrar les influències dependents de la idiosincràsia del pacient que poden ocasionar reaccions diferents (llindar de sensibilitat diferent, compensació, adaptació, dolor...)⁽¹⁴⁾.

Segons Baldini A et al. la plataforma de forces no és el mètode més ideal per a l'anàlisi, degut a la poca sensibilitat que presenta, sobretot en subjectes sans. Sis estudis van utilitzar la plataforma de forces com a mètode de mesura^(7-9,11,16,25). S'han de realitzar més estudis amb protocols d'exploració diferents, com sistemes optoelectrònics o mitjançant sensors⁽⁸⁾.

Els resultats trobats en la primera fase de la recerca tampoc esclareixen la correlació entre la desviació oclusal i l'alteració postural i podal. Cavallé et al., Yurchenko et al. i Bricot, coincideixen en la relació de la maloclusió de classe II l'avançament del cap, mentre que els resultats per a la maloclusió de classe III són diferents: Bricot assegura la posteriorització del cap, mentre que els altres dos autors asseguren una anteriorització del cap mitjançant la flexió de la columna cervical superior. No s'ha trobat estudis en la bibliografia revisada que permetin dilucidar aquesta qüestió.

D'acord amb la literatura revisada, hi ha correlacions reals entre la postura i el sistema estomatognàtic, però no hi ha evidència sobre la relació entre el tipus de desviació oclusal i la direcció de la desviació en la columna i en la morfologia del peu. Per això, és necessari una investigació més exhaustiva per elucidar com afecta l'oclusió dental en la biomecànica de la columna i del peu. Els estudis han d'utilitzar sistemes de mesura fiables i amb alta repetibilitat, amb un nombre de subjectes elevat, tenint en compte els efectes a llarg i curt termini, amb grup de control i valorant la correlació entre les patologies estomatognàtiques i la morfologia corporal, de manera que els resultats es puguin extrapolar a nivell clínic.

CONCLUSIONS

1. El peu, la boca i la postura es relacionen a través de les cadenes miofascials, que reparteixen la tensió en els músculs de tot el cos, i el sistema trigeminal, que innerva el sistema estomatognàtic i està connectat a altres nervis cranials implicats en el control postural i a la musculatura del coll.
2. Segons la literatura revisada, la relació entre les diferents alteracions posturals i en el peu amb els diferents tipus de maloclusió no es pot establir. Són necessaris més estudis sobre aquest tema.
3. És necessari un enfoc interdisciplinari per realitzar diagnòstics i desenvolupar plans de tractament. En el cas dels Podòlegs, l'ús de suports plantars posturals pot ser útil per al tractament de quadres causants de patologia a nivell estomatognàtic.

BIBLIOGRAFIA

1. Cavallé M, Brami P, de la Ballina A, Martin MP, Peleato M, Morcillo F et al. Kinesiología Médica Odontológica y Posturología. Oviedo: Edikine; 2012. 561 p.
2. Cuccia A, Caradonna C. The relationship between the stomatognathic system and body posture. Clinics. 2009;64(1):61-6.
3. Yurchenko M, Hubáľková H, Kleppáček I, Vladímír M, Jirí M. The neuromuscular approach towards interdisciplinary cooperation in medicine. Int Dent J. 2014;64(1):12-9.
4. Souchart P. Reeducción postural global; el método RPG. 1a Edició. Barcelona: Elsevier Masson; 2012. 186 p.
5. Michelotti A, Buonocore G, Manzo P, Pellegrino G, Farella M. Dental occlusion and posture : an overview. Prog Orthod. 2011;12(1):53-8.
6. Ferrario VF, Sforza C, Schmitz JH, Taroni A. Occlusion and center of foot pressure variation: is there a relationship? J Prosthet Dent. 1996;76(3):302-8.
7. Ringhof S, Stein T, Potthast W, Schindler H. Force-controlled biting alters postural control in bipedal and unipedal stance. J Oral Rehabil. 2015;42(4):173-84.
8. Baldini A, Nota A, Tripodi D, Longoni S, Cozza P. Evaluation of the correlation between dental occlusion and posture using a force platform. Clinics. 2013;68(1):45-9.
9. Scharnweber B, Adjami F, Schuster G, Kopp S, Natrup J, Erbe C, et al. Influence of dental occlusion on postural control and plantar pressure distribution. Cranio. 2016;20:1-9.
10. Gagey PM, Weber B. Posturología: Regulación y alteraciones de la bipedestación. Barcelona: Masson; 2001. 159 p.
11. Cuccia AM. Interrelationships between dental occlusion and plantar arch. J Bodyw Mov Ther. 2011;15(2):242-50.
12. Hellmann D, Giannakopoulos N, Blaser R, Eberhard L, Schindler HJ. The effect of various jaw motor tasks on body sway. J Oral Rehabil. 2011;38(10):729-36.
13. Westersund CD, Scholten J, Turner RJ. Relationship between craniocervical orientation and center of force of occlusion in adults. Cranio. 2016;20:1-7.

14. Ohlendorf D, Seebach K, Hoerzer S, Nigg S, Kopp S. The effects of a temporarily manipulated dental occlusion on the position of the spine : a comparison during standing and walking. *Spine J.* 2014;14(10):2384-91.
15. Bricot B. *La Reprogrammation Posturale Globale*. 1a edició. Montpellier: Sauramps Medical; 1996.
16. Marini I, Gatto M, Bartolucci M, Bortolotti F, Bonetti G, Michelotti A. Effects of experimental occlusal interference on body posture: An optoelectronic stereophotogrammetric analysis. *J Oral Rehabil.* 2013;40(7):509-18.
17. Gangloff P, Perrin PP. Unilateral trigeminal anaesthesia modifies postural control in human subjects. *Neurosci Lett.* 2002;330(2):179-82.
18. Marchili N, Ortu E, Pietropaoli D, Cattaneo R, Monaco A. Dental Occlusion and Ophthalmology : A Literature Review. *Open Dent J.* 2016;10:460-8.
19. Hellmann D, Stein T, Potthast W, Rammelsberg P, Schindler H, Ringhof S. The effect of force-controlled biting on human posture control. *Hum Mov Sci.* 2015;43:125-37.
20. Devoize L, Doméjean S, Melin C, Raboisson P, Artola A, Dallel R. Organization of projections from the spinal trigeminal subnucleus oralis to the spinal cord in the rat: A neuroanatomical substrate for reciprocal orofacial-cervical interactions. *Brain Res.* 2010;1343:75-82.
21. Marini I, Bonetti GA, Bortolotti F, Bartolucci ML, Gatto MR, Michelotti A. Effects of experimental insoles on body posture, mandibular kinematics and masticatory muscles activity. A pilot study in healthy volunteers. *J Electromyogr Kinesiol.* 2015;25(3):531-9.
22. Beltrán I. Plantillas posturales exteroceptivas. *Rev IPP.* 2008;1:1-16.
23. Villeneuve P. Tratamiento postural y ortesis podal: ¿Mecánica o información? 2008;1:1-10.
24. März K, Adler W, Matta RE, Wolf L, Wichmann M, Bergauer B. Can different occlusal positions instantaneously impact spine and body posture? *J Orofac Orthop.* 2017;78(3):221-32.
25. Julià S, Álvarez J, Gatterer H, Burtscher M, Pagès T, Viscor G. The influence of dental occlusion on the body balance in unstable platform increases after high intensity exercise.

Neurosci Lett. 2016;23(617):116-21.

26. Ramirez G, Mehta L, Mehta N. The effect of dental occlusal disturbances on the curvature of the vertebral spine in rats. Cranio. 2017;33(3):217-27.