



EFFECTO DE LA PÉRDIDA DENTARIA SOBRE EL CONTROL MOTOR EN ADULTOS MAYORES

Revisión Sistemática

Trabajo de Investigación
requisito para optar al
Grado de Licenciado en
Odontología

Alumnos: Diego Alarcón Rivera
Loreto Casanova Bravo
Gabriela González Meléndez
Julia Olivares Paoa

Docente Guía: Kigo. Sebastián Espinoza Espinoza

Valparaíso – Chile

2021

Agradecimientos

Agradecemos a nuestras familias, por el apoyo incondicional en esta etapa y ser fundamentales durante los años de formación. A nuestro docente guía Sebastián Espinoza (el klgo), por la paciencia y la ayuda durante el proceso y creación del proyecto de Tesis. Finalmente hay que destacar el buen trabajo en equipo, dedicación y buena onda del grupo.

Índice de Contenidos

1.Introducción.....	1
2. Marco Teórico.....	3
1. Características de los adultos mayores.....	3
1.1 Contexto demográfico de los adultos mayores en Chile y el Mundo.....	3
1.2 Condición Buco dentaria del Adulto mayor en Chile.	4
2. Sistema Estomatognático y su relación con el Sistema Nervioso.	6
2.1. Propiocepción	7
2.1.1 Ligamento periodontal como mecanorreceptor.....	8
2.1.2 Sistema trigémino espinal	9
2.2 Edentulismo	12
2.3 Consecuencias de la pérdida dentaria	15
3. Control Motor.....	16
3.1 Aspectos Generales del Control Motor.....	16
3.1.1 Corteza motora primaria.....	17
3.1.2 Área Premotora	17
3.1.3 Área motora Suplementaria	18
3.1.4 Cerebelo	19
3.1.4.1 Anatomía del Cerebelo.....	19
3.1.4.2 Función del cerebelo en el control motor.....	19
3.1.5 Ganglios Basales.....	20
3.1.6 Corteza Cerebral	21
3.1.7 Corteza Prefrontal	22
3.1.7.1 Corteza Orbitofrontal.....	22
3.1.7.2 Corteza prefrontal dorsolateral	23
3.2 Factores que influyen en el control motor.	24
3.3 Sistemas que componen el control motor.	25
3.3.1 Sistema de motor-acción.....	25
3.3.2 Sistema sensorial/Perceptuales.....	26

3.3.3 Sistema cognitivo.	26
3.4 Teorías del control motor.....	26
4. Relación entre la disminución del sistema cognitivo y el control motor.....	31
5. Sistema estomatognático y sistema cognitivo	33
6. Envejecimiento Cerebral.....	34
7. Dentición y control motor.....	35
3. Objetivos	35
a. Objetivo general.....	35
b. Objetivos específicos.....	36
4. Materiales y Métodos	36
a. Pregunta de investigación.....	37
b. Estrategia de Búsqueda.....	37
c. Selección de Estudios y proceso de recolección de datos	39
5. Resultados	42
a. Características de los estudios incluidos	42
b. Evaluación del Análisis de Sesgo en Estudios Individuales.....	45
c. Clasificación de edentulismo:	49
d. Resultados Cualitativos:	49
6. Discusión	52
7. Conclusión.....	61
8. Limitaciones y sugerencias.....	62
9. Bibliografía.....	63
ANEXOS	74

Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama que muestra las principales aferencias y eferencias hacia/desde la corteza sensoriomotora facial.....	10
Figura 2: Clasificación según Kennedy	13
Figura 3: Clasificación según Friedman	14
Figura 4. Clasificación de Eichner	15
Figura 5: Sistema Nervioso desde el punto de vista de un Anatomista.....	16
Figura 6: Individuo (I), tarea (T), ambiente (E) contribuyen al control motor.	24

Figura 7: Diagrama esquemático de algunas de las conexiones extrínsecas e intrínsecas de la corteza prefrontal.	32
Figura 8. Diagrama de artículos seleccionados según bases de datos.....	41
Figura 9. Resumen de evaluación de riesgo según la herramienta Cochrane (semáforo).....	48
Figura 10. Resumen de evaluación de riesgo según la herramienta Cochrane (gráfico de barras apiladas).....	49

Índice de Tablas

Tabla I: Tipos de mecanorreceptores del ligamento periodontal	9
Tabla II: Componentes pregunta de investigación basada en acrónimo PICO.....	37
Tabla VII: Características de los estudios seleccionados (tabla de extracción de datos).	45
Tabla III: Búsqueda avanzada realizada en PUBMED.	76
Tabla IV: Búsqueda avanzada realizada en WOS.....	78
Tabla V: Búsqueda avanzada realizada en SCOPUS.	79
Tabla VI: Búsqueda avanzada realizada en LILACS	81

Resumen

Antecedentes: Control motor es la capacidad de regular o dirigir los mecanismos esenciales para el movimiento; donde la corteza prefrontal (CPF) juega un rol importante. Se ha observado que, a mayor edad, disminuye el volumen cerebral y ocurre una pérdida de materia gris y blanca, lo cual se traduce en menor rendimiento motor. A su vez, se ha asociado múltiples pérdidas dentarias como factor de riesgo para el deterioro cognitivo.

Objetivos: Sintetizar los resultados de estudios primarios respecto a la pérdida dentaria en adultos mayores en relación con el deterioro del control motor.

Métodos: Se buscó en PubMed, WOS, Scopus y LILACS. Considerando criterios de inclusión de los artículos: estudios analíticos ya sean experimentales u observacionales y que los Participantes sean adultos mayores de 60 años. Estudios que no incluyan un análisis o reconocimiento del deterioro del control motor. Para evaluar el riesgo de sesgo se utilizó Robins-I Tool.

Resultados: Se obtuvieron 7 estudios. El tamaño muestral varió de 16 a 62 personas, con edades entre 22 y 81 años. Respecto a riesgo de sesgos predominó el riesgo alto. Se registraron diferencias significativas en los grupos con edentulismo respecto a menor fuerza oclusal, alteración EMG, menor nivel de [oxi-Hb], atrofia y menor actividad cerebral ($p\text{-valor} < 0,001$).

Conclusiones: Existe una posible relación entre pérdida dentaria y control motor en adultos mayores mediante diversos mecanismos que involucran el ligamento periodontal y su relación con la propiocepción hacia centros cerebrales involucrados en el control motor.

1. Introducción

A nivel mundial se está viviendo un proceso de envejecimiento poblacional, tanto la proporción como el número absoluto de personas mayores están aumentando de forma notable. Uno de los factores que influyen en esta situación, es la esperanza de vida, en todo el mundo las personas están viviendo por más tiempo. En Chile, el promedio de vida es de 78,4 años, mientras que la supervivencia es de 80-90 años, representado por un 37% de la población femenina y el 25% en hombres, siendo así, el tercer país más envejecido de Latinoamérica¹.

La prevalencia de pérdida dentaria severa se incrementa gradualmente con la edad, con un aumento pronunciado en la séptima década de vida. En Chile, las personas de 65 años o más, el 77% tiene menos de 20 dientes remanentes.² Durante el envejecimiento, se producen cambios físicos y biológicos importantes, como, por ejemplo, el deterioro cognitivo y del control motor. Se ha definido el control motor como la capacidad de regular o dirigir los mecanismos esenciales para el movimiento. Para ello, la corteza prefrontal (CPF) juega un papel importante, tanto en la planificación cognitiva conductual compleja, como en la toma de decisiones y los comportamientos sociales³.

El envejecimiento cerebral es un proceso biológico producido por un daño gradual como consecuencia a las funciones y actividades vitales⁴. Esto produce un compromiso bioenergético, disminución de la neuro plasticidad, una acumulación de factores oxidativos e inflamatorios, actividad neuronal aberrante, entre otros⁵. A mayor edad el volumen cerebral disminuye un 0,23% en un año, a su vez ocurre una pérdida importante de materia gris y blanca, en el lóbulo frontal y parietal⁶. Este proceso se traduce en menor rendimiento motor, generando que el componente cognitivo consciente deba compensar dicha función. A su vez, el movimiento surge de la interacción de los sistemas de percepción y acción con la cognición, afectando a

ambos sistemas en diferentes niveles⁷.

Junto con lo mencionado anteriormente, se ha asociado las múltiples pérdidas dentarias como factor de riesgo del deterioro cognitivo, se desconoce exactamente el mecanismo de esta relación; sin embargo, existen algunas posibilidades: asociado a factores como la inflamación crónica proveniente de la enfermedad periodontal, cambios de dieta y deterioro de la función masticatoria. Numerosos estudios prospectivos han informado de una asociación entre la salud bucal, en particular el número de dientes restantes, y la demencia o el deterioro cognitivo en la vejez⁸.

A partir de las relaciones establecidas anteriormente entre pérdida dentaria y deterioro cognitivo; y, por otro lado, la asociación entre deterioro cognitivo y deterioro del control motor surge nuestra hipótesis respecto a la posible relación entre pérdida dentaria y deterioro del control motor. El propósito de la presente investigación es sintetizar los resultados de estudios primarios respecto a la pérdida dentaria en adultos mayores con relación al deterioro del control motor, ya que la literatura actual no ha dado respuesta al rol de la pérdida dentaria en la respuesta motora.

Para esta investigación se utilizarán estudios primarios de tipo analíticos, tanto experimentales como observacionales.

2. Marco Teórico

1. Características de los adultos mayores

1.1 Contexto demográfico de los adultos mayores en Chile y el Mundo.

En Chile, se ha definido como adulto mayor a toda persona que ha cumplido los 60 años, sin diferenciar entre hombres y mujeres⁹. Actualmente a nivel mundial se observa una tendencia sostenida del incremento de la expectativa de vida al nacer y por consiguiente un aumento en la población de 60 años y más. Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud en el año 2002 existían en el mundo 600 millones de personas mayores de 60 años, cifra que se duplicaría en el año 2025 y para el 2050 podrían llegar a los 2 billones de personas¹⁰.

A nivel nacional, la esperanza de vida al nacer se ha triplicado, en 1900 se estimaba en 23,6 años para las mujeres y 23,5 años para los hombres¹¹, y en el periodo 2015-2020 es del 82,1 en mujeres y 77,3 en hombres, esta información sumado al fenómeno actual de baja fecundidad (desde la década del 2000), se proyecta que para el año 2050 habrá 167 adultos mayores de 64 años por cada 100 menores de 15 años¹¹. Según el Censo 2017 había 2.003.256 adultos mayores, lo cual corresponde a un 11,4% del total de la población del país, la mayoría empadronada en la región Metropolitana, Valparaíso y Biobío. Para el 2019, de acuerdo con las proyecciones de población realizadas, el número de adultos mayores se estimó en 2.260.222 personas, cifra que representa el 11,9% del total de la población del país¹³

Se debe tener en cuenta, que el nivel socioeconómico es un determinante importante de la salud. Frente a esto, en Chile, el porcentaje de adultos mayores en situación de pobreza por ingresos al 2017, alcanzaba un 4,5%, mientras que cuando se habla de pobreza extrema llega al 1,0%. Al medir la pobreza multidimensional, se observa que la tasa de pobreza total de la población llega al 20,7% mientras que la de los adultos mayores a 22,1% lo que explica que las personas de 60 años y más viven en una

situación más precaria que el resto de la población¹⁴. Al mismo tiempo, un 86% de ellos está afiliado a FONASA, principalmente en los grupos A y B, y el 19% tiene algún grado de dependencia¹³.

1.2 Condición Buco dentaria del Adulto mayor en Chile.

En relación con el estado bucal no existe mucha información a nivel nacional, pero, en Santiago, durante el año 2008, el 80% de los adultos mayores entre 65-74 años conservaba algunos de sus dientes, con un promedio de 12 dientes presentes¹⁴. En datos más actuales, según la Encuesta Nacional de Salud del 2017, el 81,7% de los adultos mayores de 65 años presentan una dentición no funcional (estimaciones con 95% de confianza), es decir, con menos de 20 dientes en boca, 57,2% tenía lesiones de caries cavitadas y un 65,8% usaba prótesis dental¹⁶. Un 69% de este grupo etario tiene pérdida de inserción clínica severa mayor a 6 mm¹⁷. Esto implica nuevos desafíos para la atención odontológica, ya que aumenta el riesgo de caries en esta etapa de vida, por ejemplo, un estudio realizado en la región del Maule muestra que en la población de 65-74 años, el índice de caries radicales es de 8,23%, dentro de las cuales un 72.3% se encontraban no tratadas¹⁸.

La etiología de las enfermedades orales en adultos mayores es compleja, ya que interactúan componentes ambientales, genéticos, inmunológicos, microbiológicos y de comportamiento¹⁷.

Desde el aspecto sistémico, el 80% de los adultos mayores relata alguna enfermedad crónica que puede estar relacionada con la salud bucal (diabetes, hipertensión y depresión). ¹⁷

Relacionado a lo mencionado anteriormente, cabe destacar que este grupo etario presentan disminuida la destreza manual, visual, auditiva y motora, según lo descrito en el estudio de Mariño et al. las cuales son habilidades necesarias para mantener una mejor salud bucal. ²⁻¹⁷

1.3 Examen anual de medicina preventiva del adulto mayor (EMPAM).

La subsecretaría de salud pública ve como prioridad la realización del examen de medicina preventiva a través de todo el ciclo vital, en particular da importancia a las acciones preventivas con la población de adultos mayores. Actualmente el indicador que nos entrega una mejor visión del estado de salud del adulto mayor es la funcionalidad, el examen anual de medicina preventiva del adulto mayor (EMPAM), cuyos objetivos del examen son evaluar la salud integral y la funcionalidad del adulto mayor, identificar y controlar los factores de riesgo de pérdida de la funcionalidad y elaborar un plan de atención y seguimiento para ser ejecutado por el equipo de salud.¹⁹

Dentro de los componentes de la parte A que se evalúan se encuentran:

- a) Mediciones antropométricas donde se evalúa presión arterial, pulso, peso, talla entre otras.
- b) Diagnóstico funcional del adulto mayor (EFAM-Chile): corresponde a un instrumento predictor de pérdida de funcionalidad en personas adultas mayores. Su aplicación permite detectar en forma integral los factores de riesgo de la persona mayor que viven en la comunidad y que es autovalente; permitiendo así clasificar a los adultos mayores según el grado de funcionalidad en: autovalente sin riesgo, autovalente con riesgo y en riesgo de dependencia.

Dentro del EFAM-Chile se incluyen preguntas que apuntan a la posibilidad de realizar las actividades de la vida diaria. La relevancia de ello reside en detectar la capacidad de ejecutar la acción más que la ejecución misma de ella. Se incluyen preguntas como: ¿Puede hacer las tareas de su casa?, ¿Es capaz de manejar su propio dinero?, ¿Puede usted tomar sus propios medicamentos?, ¿Puede preparar su propia comida?, etc.¹⁹

Dentro del Diagnóstico funcional del adulto mayor se considera también:

- Mini-mental: la aplicación de esta prueba busca evaluar el estado cognitivo actual y reserva cognitiva adquirida a través de la educación formal; evaluando

la orientación temporal y espacial, la memoria a corto plazo, la capacidad ejecutiva, etc.

- Años de escolaridad.
- Medición de funcionalidad del tren superior e inferior a partir de pruebas físicas.

Dentro de los componentes de la parte B se encuentran:

- a) Pruebas que apuntan al riesgo cardiovascular.
- b) Preguntas que apunta a reconocer si el paciente lee diarios, revista o libros.
- c) MMSE: se repite el puntaje obtenido en la parte A.
- d) Preguntas que apuntan a sospechar de depresión y ansiedad.

A partir de estas pruebas se califica al adulto mayor según el puntaje obtenido:

- Puntaje igual o mayor a 46: paciente califica como autovalente sin riesgo, debe ser derivado a acciones de promoción y prevención.
- Puntaje igual o menor a 45: paciente califica como autovalente con riesgo, debe ser derivado a médico y/o educar en la adherencia al programa que corresponde.

2. Sistema Estomatognático y su relación con el Sistema Nervioso.

Tal como relata Lin C, existe una asociación entre el cerebro y el sistema estomatognático, que involucra una comunicación entre estructuras tanto corticales como subcorticales, con el sistema estomatognático, donde se reconoce que existe un control desde arriba hacia abajo, sin embargo, no ha quedado claro si la información procedente de estructuras periféricas, como las señales sensoriales de la mandíbula o de los dientes, también podrían afectar el cerebro²⁰.

Sin lugar a duda, los receptores sensoriales ubicados en el territorio maxilofacial especialmente la propiocepción, cumplen un rol fundamental en la transmisión de información hacia el sistema nervioso central.

2.1. Propiocepción

La propiocepción se ha definido por como la capacidad que tiene el cuerpo para detectar el movimiento y la posición articular, así como también el posicionamiento del cuerpo humano y su orientación en el espacio²¹. Es un sentido somático, lo cual hace referencia a que es una función del sistema nervioso que recoge información sensorial. Lluch et al. describe que existen 3 sentidos somáticos, los cuales se componen por los nociceptores, termorreceptores y mecanorreceptores. Dentro de estos últimos, se incluye la propiocepción, la cual puede ser estática o dinámica. La primera de ellas proporciona información sobre la posición de una parte del cuerpo respecto a otra, mientras que la dinámica, lo hace en relación con el grado de movimiento de las articulaciones cuando están en movimiento. A su vez, la propiocepción también incluye el control neuromuscular, el cual es la respuesta involuntaria e inmediata de los músculos alrededor de una articulación, actuando como mecanismo protector frente a traumatismos²².

Los mecanorreceptores corresponden a órganos sensoriales terminales, ubicados en articulaciones, ligamentos, músculos y piel, que convierten un estímulo físico en una señal nerviosa específica, la cual posteriormente es descifrada y genera una respuesta en el sistema nervioso central. En este sentido, toman importancia dos mecanorreceptores, el aparato tendinoso de Golgi y el huso neuromuscular. El primero de estos, es un corpúsculo ubicado en tendones, meniscos y ligamentos, que detecta la extensión muscular, es decir, responde a la fuerza de estiramiento muscular (no a la longitud del músculo cuando se estira)²³. Por otro lado, el corpúsculo de Golgi es inervado por axones sensoriales, que penetran la médula espinal para realizar sinapsis con las interneuronas de la asta anterior, las cuales tienen algunas conexiones inhibitorias con las motoneuronas alfas del músculo en cuestión, lo cual es la base del

reflejo miotático inverso, que es activado como función protectora ante una tensión muscular excesiva, para evitar que el músculo se dañe²⁴.

Por otro lado, el huso muscular es un receptor sensorial especializado, que está formado por células musculares y terminaciones neuronales, ubicado al interior de la masa de los músculos esqueléticos²⁵, pero asociado a un fascículo de fibra muscular (fibra extrafusar)²⁶. Cumplen la función de detectar longitud o estiramiento muscular. Cuando el huso es estirado, el segmento central produce cambios en su potencial de membrana, transmitiendo así la información del cambio de longitud a la médula espinal y generando una respuesta de contracción muscular que se opone a ese cambio longitudinal. Es así como ambas estructuras proporcionan información diferente a la médula espinal; los husos transmiten información sobre la longitud muscular, mientras que los órganos tendinosos de Golgi lo hacen sobre la tensión muscular²⁵.

Es así como toma importancia mencionar el funcionamiento de un mecanorreceptor, ya que a nivel bucal están presentes en el ligamento periodontal.

2.1.1 Ligamento periodontal como mecanorreceptor

La cavidad oral se encuentra íntimamente relacionada con el resto del cuerpo, por medio de estructuras musculoesqueléticas y el sistema nervioso²⁷. Es aquí donde radica la importancia que tiene el ligamento periodontal, ya que posee mecanorreceptores que transmiten información sensorial y se produce una retroalimentación propioceptiva hacia el sistema estomatognático, como, por ejemplo, otorgar información sobre la textura de los alimentos²⁸.

Piaincio et al. establece que los mecanorreceptores periodontales responden a niveles de fuerza de contacto sorprendentemente bajos (<1 N) (Newton) aplicados a los dientes²⁹. Si bien, varios tipos de mecanorreceptores están presentes en el ligamento periodontal (Tabla I), los estudios han demostrado que los del tipo Ruffini son el mecanorreceptor principal en esta ubicación³⁰. Los mecanorreceptores

periodontales de umbral bajo se adaptan lentamente, son sensibles a la dirección y estiramiento.

Estos receptores ubicados en el ligamento periodontal traducen la información sensorial en un potencial de acción, que posteriormente es traducido en una señal nerviosa que llega hasta la médula espinal, para luego llevar dicha información hacia los centros superiores.

Tipo de mecanorreceptor		Características
Receptores de Ruffini	Simple	Carecen de cápsula. Sus terminaciones nerviosas tienen muchas mitocondrias y están unidas por desmosomas a las pequeñas células de Schwann que las rodean.
	Compuestos	Derivan de fibras mielínicas. Dentro del receptor las fibras pierden su vaina de mielina y se ramifican. Algunos de estos receptores compuestos presentan una cápsula fibrosa incompleta, en cuya lámina basal se insertan numerosas fibras colágenas.
Corpúsculos lamelados		Son terminaciones no encapsuladas, formadas por 2 a 5 lamelas estrechamente unidas

Tabla I: Tipos de mecanorreceptores del ligamento periodontal

2.1.2 Sistema trigémino espinal

Avivi et al. establece que las funciones motoras orofaciales se inician y están bajo el control del área motora primaria en la corteza cerebral. Esta área utiliza entradas

somatosensoriales de la cara y la boca, muchas de las cuales se transmiten a través de la corteza somatosensorial primaria de la cara. Frente a esto, la información proveniente de estas dos áreas (área motora primaria y somatosensorial primaria), funcionan como un todo, al cual se le ha denominado corteza sensoriomotora facial,³¹ las cuales a su vez se integran con otras regiones corticales y subcorticales, que modulan aún más y coordinan funciones sensoriomotoras orofaciales (Figura 1).

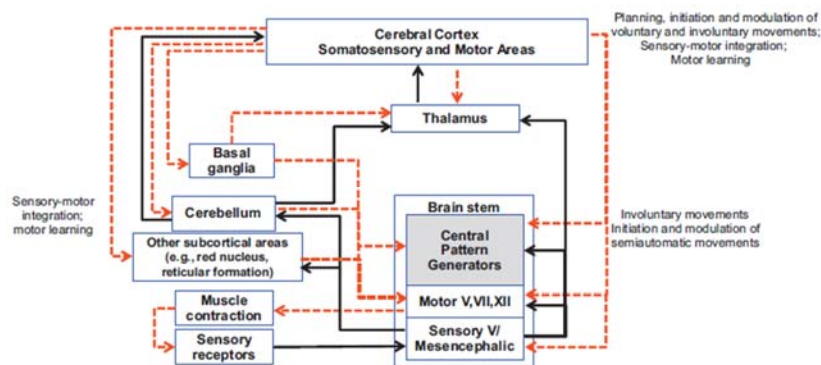


Figura 1. Diagrama que muestra las principales aferencias y eferencias hacia/desde la corteza sensoriomotora facial.

Existen amplias interconexiones, tanto excitadoras como inhibitorias, entre las diferentes regiones corticales y subcorticales, y las fibras comisurales son responsables de la coordinación bilateral. Los generadores de patrones centrales proporcionan la salida motora programada a los músculos activos en la masticación (el "Centro de masticación") y la deglución (el "Centro de deglución")³¹.

Dubner et al. fundamenta que las sensaciones orofaciales son transmitidas por las aferencias primarias que surgen no solo de las neuronas del ganglio del trigémino, sino también de las neuronas del núcleo mesencefálico del trigémino³².

Diversos estudios como el de Dessem et al. y Cody et al. han reconocido que las neuronas mesencefálicas del núcleo del trigémino transmiten la propiocepción de los husos de los músculos que cierran la mandíbula y la sensación profunda de los

ligamentos periodontales alrededor de los dientes, mientras que las neuronas del ganglio del trigémino transmiten las otras sensaciones orofaciales, incluida la propiocepción proveniente del tendón de los músculos que cierran la mandíbula y de la cápsula de la articulación temporomandibular, la nocicepción de la fascia de los músculos que cierran la mandíbula y la sensación profunda de los ligamentos periodontales. Las señales propioceptivas proveniente de los husos musculares que cierran la mandíbula también se transmiten a las regiones ponto medulares (incluido el núcleo supratrigeminal) que contienen pre-motoneuronas relacionadas con los movimientos de la mandíbula³³⁻³⁴

Las señales somato sensitivas de la cara viajan por el nervio trigémino y entran en el tronco encefálico a la altura central de la protuberancia, donde las fibras sensitivas primarias terminan en el núcleo sensitivo principal del trigémino. Desde aquí los axones neuronales atraviesan la línea media y siguen un curso rostral, adyacente al lemnisco medial, para finalmente terminar en posición medial en una parte del complejo posteromedial³⁵.

Los cuerpos celulares de las neuronas aferentes primarias que responden a las fuerzas aplicadas a los dientes se han detectado en dos sitios anatómicos distintos: el ganglio del trigémino (TG) y núcleo mesencefálico del trigémino.

Grigoriadis et al. relata que la información sensorial aferente proveniente de los mecanorreceptores periodontales, por medio del trigémino, se proyecta a la corteza somatosensorial primaria, donde se integra e interpreta y luego se coordina aún más en la corteza motora primaria para generar un comando motor eferente en diferentes músculos³⁶.

Dentro de los componentes sensoriales y cognitivos del control motor, cabe mencionar que se ha descrito que existe una integración de la información visual, en la realización de tareas motoras. En otras palabras, esto quiere decir que cuando existe una retroalimentación visual, la corteza visual primaria y sus interacciones con la red motora, se vuelven importantes para lograr un desempeño motor más preciso³⁷.

Por otra parte, existe una estrecha relación entre el sistema auditivo, específicamente a nivel vestibular y el control motor, ya que proporciona el sentido subjetivo de auto

movimiento y orientación, desempeñando así un papel vital en la estabilización de la mirada, el control del equilibrio y la postura³⁸. A su vez este sistema se relaciona con la ATM, ya que el nervio trigémino (V), facial (VII), glosofaríngeo (IX), vago (X) y los nervios autónomos inervan el oído, al mismo tiempo, la ATM también está inervada por los pares craneales V y VII con ramas comunicantes como la cuerda del tímpano, que están cerca de las estructuras del oído. Debido a los nervios craneales comunes entre el oído y la ATM, dificultades del oído, como el tinnitus, la otalgia y el vértigo están relacionados con trastornos temporomandibulares³⁹.

2.2 Edentulismo

El Edentulismo, tal como lo define Gutiérrez et al. es un estado de la salud bucal que corresponde a la ausencia de dientes, se clasifica en edentulismo parcial y edentulismo total. Las causas que provocan la pérdida dentaria son diversas, siendo las principales la caries dental y la enfermedad periodontal⁴⁰.

Existen diferentes formas de clasificar las arcadas edéntulas parciales, tales como la de Kennedy, Applegate, Avant, Beckett, Godfrey, Friedman, Wilson, Skinner, Eichner, Miller entre otros, siendo la clasificación de Kennedy la más aceptada y usada, creada en 1925 y modificada por Applegate⁴¹.

Algunas de las clasificaciones son:

- ❑ Clasificación de Kennedy⁴²: permite conocer el estado de edentulismo parcial, el estado de conservación de los dientes en la boca y realizar de la manera más efectiva el diseño de la aparatología protésica. Se basa en la relación de los espacios edéntulos con relación a los dientes pilares (Figura 2).
- Clase I: Áreas edéntulas bilaterales posteriores a los dientes naturales.
- Clase II: Área edéntula unilateral posterior a los dientes naturales remanentes.
- Clase III: Área edéntula unilateral con dientes naturales remanentes delante o detrás del área edéntula.
- Clase IV: Área edéntula única bilateral (que atraviesa la línea media), anterior a los dientes naturales remanentes.

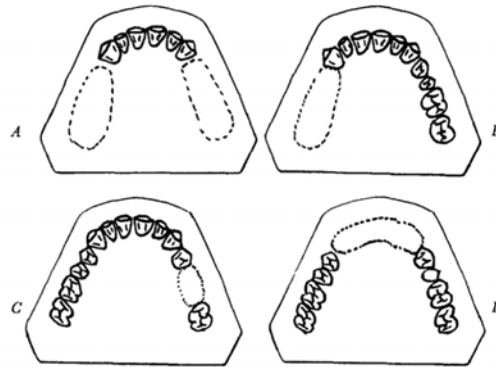


Figura 2: Clasificación según Kennedy⁴³

- ❑ Sistema Applegate - Kennedy: Es una modificación de la clasificación de Kennedy, agregando 2 clasificaciones y 8 reglas⁴⁴.
- Clase V: Solo existen dos molares unilaterales, es decir el resto de los dientes estarán ausentes y será un espacio completo desdentado
- Clase VI: Solo están presentes los dos incisivos centrales

Reglas de Applegate:

1. Toda clasificación se hará después de efectuar las extracciones
2. Si el tercer molar está ausente y no será reemplazado, no debe ser considerado en la clasificación
3. Si el tercer molar está presente y será usado como pilar, debe ser considerado en la clasificación
4. Si un segundo molar está ausente, y no va a ser reemplazado, no debe considerarse en la clasificación.
5. La zona o zonas desdentadas posteriores son las que determinan la clasificación

6. Las zonas desdentadas distintas a las que determinan la clasificación del caso, se denominan modificaciones

7. Solo se considera el número de zonas desdentadas, no su extensión

8. En la clase IV, no hay zonas de modificación.

- ❑ Friedman⁴¹: basado en tres tipos de segmentos esenciales que se presentan como segmentos discretos o continuos (Figura 3).
 - A: espacio anterior (uno o más de los 6 dientes anteriores)
 - B: espacio posterior acotado
 - C: hace referencia a una situación de voladizo o un espacio posterior de extremo libre.



Figura 3: Clasificación según Friedman⁴³

- ❑ Índice Eichner⁴⁴: es una clasificación de edentulismo parcial basada en los contactos oclusales entre los dientes naturales presentes en las zonas de los premolares y molares. Estas zonas se dividen en cuatro zonas de soporte; 2 en el área de premolares y 2 en la de molares. Un paciente se clasifica en uno de los 6 grupos existentes (A- B1- B2- B3- B4- C), según la presencia o ausencia de contactos dentales intermaxilares en las zonas anteriormente nombradas (Figura 4).

Eichner Index	Example from typical patient's dentition
A	7 6 5 4 3 2 1 1 2 3 4 5 6 7
	7 6 5 4 3 2 1 1 2 3 4 5 6 7
	7 6 5 4 3 2 1 1 2 3 4 5 6 7
	7 4 3 2 1 1 2 3 4 5 6 7
	7 4 3 2 1 1 2 3 4 6
	7 6 5 4 3 2 1 1 2 3 4 5 6 7
B1	7 6 5 4 3 2 1 1 2 3 4 5 6 7
B2	5 4 3 2 1 1 2 3 4 5
B3	7 6 5 4 3 2 1 1 2 3 4 5 6 7
B4	7 6 5 4 3 2 1 1 2 3 4 5 6 7
	3 2 1 1 2 3
C	7 6 5 4 3 2 1 1 2 3 4 5 6 7

Figura 4. Clasificación de Eichner⁴⁴

2.3 Consecuencias de la pérdida dentaria

El número de dientes perdidos puede no reflejar completamente el cambio en la función masticatoria y las evaluaciones funcionales. La pérdida de dientes altera las funciones del sistema estomatognático, como es la masticación, la fonética y la estética. Sus consecuencias a nivel emocional pueden variar desde sentimientos de inconveniencia, hasta intensos sentimientos de inferioridad o invalidez.⁴⁵

Klineberg et al. relata que la pérdida de los mecanorreceptores periodontales e interdentes, producida por la pérdida dentaria, genera un cambio en el control propioceptivo e influye en la magnitud, dirección y velocidad de las cargas oclusales.⁴⁶ Algunos autores han concluido que la pérdida dentaria y/o una inadecuada oclusión podrían disminuir la propiocepción. Por otro lado, aún no queda claro cuál es el rol de la pérdida dentaria en el control motor.

3. Control Motor

3.1 Aspectos Generales del Control Motor

El control motor se define como la capacidad de regular o dirigir los mecanismos esenciales para el movimiento³.

Cada movimiento voluntario que decide ejecutar conscientemente una persona posee al menos algún componente regulado por la corteza cerebral. Estos obedecen a la coordinación de una serie de centros encefálicos.

Como bien sabemos, cada hemisferio cerebral comprende cuatro lóbulos (frontal, parietal, occipital y temporal), con distintas funciones cada uno. Dentro de cada lóbulo, existen subregiones (más de 40 subregiones distintas), que poseen funciones específicas relevantes para el control motor (Figura 5). Cada una de estas subregiones tiende a relacionarse con procesos particulares, aunque en buena medida comparten una estructura común y pueden modificarse de manera flexible en cuanto respecta a su alcance a lo largo del desarrollo después del nacimiento.

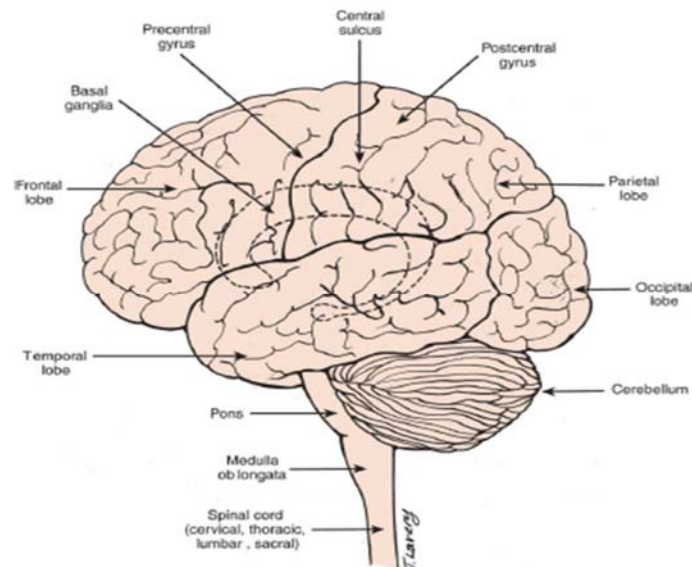


Figura 5: Sistema Nervioso desde el punto de vista de un Anatomista³.

Las áreas del lóbulo frontal están asociadas con toda una serie de procesos que van desde el control motor hasta “funciones ejecutivas” tan complicadas como la planificación y la toma de decisiones.

Tal como establece Avivi et al. el movimiento es controlado en buena medida por tres estructuras interconectadas: la corteza motora, los ganglios basales, que a su vez constituyen un grupo de estructuras interrelacionadas por debajo de la corteza, y el cerebelo. Todas estas estructuras desempeñan un papel diferenciado en cuanto al movimiento.³¹

3.1.1 Corteza motora primaria

La corteza motora primaria se ubica en el lóbulo frontal, específicamente en la circunvolución precentral o área 4 de Brodmann, al generar estimulación en esta zona se produce un movimiento o activación de músculos en distintas regiones corporales, sumado a ello esta área presenta una organización somatotópica, de tal modo que la estimulación de la zona más lateral activa los músculos de cabeza y cuello.

Dentro de lo relatado por Sessie B. se demuestra que las funciones motoras orofaciales voluntarias se inician y están bajo el control del área motora primaria⁴⁷, sin embargo, la literatura actual sugiere que la corteza motora primaria no solo estaría involucrada en movimientos voluntarios sino también en aquellos semiautomáticos como masticar y tragar, ya que antiguamente se consideraba que estaban bajo el control plenamente del tronco encefálico. La corteza motora primaria actúa en conjunto con otras estructuras como el área premotora para generar movimientos³.

3.1.2 Área Premotora

Esta área se sitúa delante de la porción lateral de la corteza motora primaria, siendo parte del área 6 de Brodmann, la cual contiene un mapa somatotópico de la

musculatura corporal. Al estimular esta área de la corteza produce movimientos de grupos musculares para acometer una tarea, incluyendo el control motor orofacial³⁵.

3.1.3 Área motora Suplementaria

Anatómicamente se encuentra en la porción medial del área 6 de Brodmann, la estimulación de esta área requiere una mayor intensidad y suele ocasionar una activación muscular bilateral, generalmente de los miembros superiores.

Sumado a ello, a nivel orofacial actúa en conjunto con la corteza motora primaria para llevar a cabo las funciones motoras voluntarias, entendiendo que son aquellas conductas autoiniciadas conscientemente, como abrir-cerrar la mandíbula o sacar la lengua.

Se debe entender que las otras funciones motoras como las automáticas e involuntarias no dependen plenamente del área motora suplementaria, sino que dependen de circuitos neuronales complejos del tronco encefálico, que permiten la ejecución de reflejos subconscientes que pueden ir de simples a complejos³.

Los reflejos simples como “abrir la mandíbula” involucran un circuito simple del tronco encefálico y se pueden provocar generalmente por la estimulación nociva de los tejidos orofaciales. La propia estimulación orofacial puede generar reflejos subconscientes más complejos como el reflejo nauseoso y la tos, que involucran circuitos poli sinápticos en el tronco encefálico y generan la activación coordinada bilateralmente de varios músculos.³⁵

Las funciones motoras semi automáticas como masticar y tragar pueden involucrar componentes tanto conscientes como subconscientes que están a cargo del control del área cortical masticatoria (ACM)/corteza de la deglución, la corteza motora primaria, la corteza somatosensorial primaria, así como circuitos complejos del tronco

cerebral que involucran la activación o supresión de numerosos músculos orofaciales.³¹

3.1.4 Cerebelo

3.1.4.1 Anatomía del Cerebelo

Es un área anatómica vital para la regulación de los movimientos rápidos. Consta de una corteza con tres capas que rodean cuatro pares de núcleos de ubicación central.

La corteza cerebelosa se divide en tres grandes lóbulos: anterior, posterior y floculonodular. Tanto el anterior como posterior se subdividen de manera sagital en una porción central conocida como vermis, una porción más lateral conocida como zona intermedia y una completamente lateral, comúnmente llamada hemisferios laterales.

El vermis y la zona intermedia presenta un mapa somatotópico y refleja las aferencias sensitivas periféricas de los músculos, tendones, cápsulas articulares y receptores cutáneos, mientras que los hemisferios reciben principalmente aferencias de la corteza cerebral, por medio de los núcleos protuberanciales de la base. Cada hemisferio presenta una organización somatotópica fracturada, es decir, algunas zonas corporales están espacialmente segregadas de las regiones vecinas.

Los núcleos cerebelosos comprenden: Núcleo medial, globoso y emboliforme que se denominan núcleos interpuestos y el núcleo lateral o dentado. La salida de estos núcleos se dirige a la corteza cerebral a través del tálamo y tronco encefálico.³⁵

3.1.4.2 Función del cerebelo en el control motor

La función del cerebelo es de encendido-apagado. Las aferencias de las fibras musgosas y trepadoras pueden crear contactos excitadores directos con las células

de los núcleos cerebelosos (neuronas de salida), es posible que estas conexiones generen la señal de encendido. Mientras que las aferencias de las mismas fibras musgosas y trepadoras atraviesan la corteza cerebelosa para activar las células de Purkinje que inhiben las neuronas nucleares del cerebelo, generando la señal de apagado.

El lóbulo anterior participa en el control de los movimientos de las extremidades, esta zona se compone de la zona intermedia de los lóbulos anterior y posterior y de la mayor parte de la dermis. Esta porción recibe la mayoría de las proyecciones ascendentes de la médula espinal, así mismo, recibe señales desde la corteza cerebral mediante los núcleos protuberanciales, disponiendo información sobre los movimientos deseados y los reales.

Es así como, el cerebelo interviene en la planificación, secuenciación y sincronización del movimiento. Los hemisferios cerebelosos laterales reciben casi en totalidad aferencias de la corteza cerebral. Cuando se daña uno de estos hemisferios, desaparece la sincronización de los movimientos secuenciales, es decir, el movimiento sucesivo comienza demasiado luego o demasiado tarde y no se generan en una secuencia ordenada movimientos complejos como escribir o correr.

A nivel orofacial es relevante, ya que permite a modo general el control motor de movimientos rápidos que serían importantes para realizar tareas, como, por ejemplo, la higiene bucal, pues una lesión en el cerebelo podría provocar ataxia generando ausencia de la coordinación.³⁵

3.1.5 Ganglios Basales

Corresponden a una región del encéfalo comprendida por el núcleo caudado, el putamen, el globo pálido, la sustancia negra y el núcleo subtalámico, todas estas estructuras se localizan en la profundidad de cada hemisferio cerebral.

Los ganglios basales dentro de sus funciones actúan en la ejecución de patrones de actividad motora, la cual es conocida como el circuito del putamen, esta posee dos vías, la directa que potencia el movimiento y la indirecta que genera una serie de señales inhibitorias a los núcleos motores del tálamo, generando que se reduzca la actividad talámica de la corteza motora y se enlentezca la actividad motora iniciada en la corteza. Ambas vías se activan cuando se intenta realizar un movimiento voluntario, así la vía directa activa los músculos necesarios para ejecutar de forma precisa un movimiento mientras que la indirecta inhibe los músculos que podrían interferir con el movimiento deseado.

Sumado a lo anterior, los ganglios basales tienen función el control cognitivo de las secuencias de los patrones motores, a cargo del sistema del circuito del núcleo caudado. En este caso, participan más las áreas de asociación cortical que la corteza motora, de tal manera que la salida de este núcleo se dirige al globo pálido y tálamo para terminar en la corteza prefrontal, premotora y motora suplementaria. Esto es relevante ya que podría facilitar el control de los patrones motores asociados a la memoria de la experiencia previa.

Finalmente, los ganglios basales pueden modificar la secuencia de los movimientos y graduar su intensidad, entiéndase como intensidad: velocidad y amplitud.³⁵

3.1.6 Corteza Cerebral

Las áreas de la corteza cerebral se especializan en funciones concretas, por ejemplo, el área de asociación prefrontal trabaja de manera estrecha con las áreas motoras del lóbulo frontal, planificando patrones complejos y secuencias de movimiento. También se relaciona con las funciones extra motoras como las transformaciones asociadas a la memoria para la solución de problemas y otros comportamientos con una guía interna.³⁵

3.1.7 Corteza Prefrontal

La corteza prefrontal (CPF), se puede dividir en la corteza prefrontal dorsolateral, la corteza orbitofrontal, el polo frontal y la corteza cingulada anterior. Tal como Lee B et al. menciona, cumple diversas funciones, entre las cuales se destacan el desempeño y la atención a tareas motoras, la toma de decisiones, el aprendizaje y la adquisición de habilidades motoras y la memoria de trabajo⁴⁸. Estas funciones concuerdan con lo que proponen autores como Carlén M, respecto a la función fundamental de la corteza prefrontal en representar y producir nuevas formas de acciones dirigidas a un objetivo, como, por ejemplo, acciones mentales emocionales o motoras⁴⁹.

Por su parte, Ono et al. postula que la CPF juega un papel crucial en mantener la intención de comportamiento futuro hasta el momento adecuado para la ejecución, basado en la retroalimentación ambiental⁵⁰. Esto hace referencia a que la CPF almacena planes de acción futuros. Sumado a ello, el control cognitivo depende de la CPF, es decir, la capacidad de orquestar el comportamiento de acuerdo con nuestros objetivos⁵¹.

3.1.7.1 Corteza Orbitofrontal

Basado en ciertas hipótesis se explica que la función de la corteza orbitofrontal (COF) es fundamental para realizar un control inhibitorio sobre el comportamiento, es decir, hacer consciente el conocimiento y controla una respuesta impulsiva. Mientras que otra hipótesis sobre su función es interpretar los cambios en el estado corporal durante las experiencias emocionales⁵².

Autores como Kadohisa et al. han descrito que, en macacos, las neuronas ubicadas en la COF responden a estímulos somatosensoriales como temperatura, viscosidad y sabor, aplicados en la boca⁵³. Además, Rolls et al. observaron que las neuronas de la COF se activaban ante estímulos somatosensoriales, como por ejemplo comer grasa, las cuales se mantenían activas hasta la saciedad⁵⁴.

3.1.7.2 Corteza prefrontal dorsolateral

La corteza prefrontal dorsolateral (CPFDL) se expande sustancialmente en humanos, lo que sugiere un papel en procesos cognitivos complejos, extendiéndose sobre diversas áreas de Brodmann. K. Yarrow et al. han concluido que la CPFDL juega un papel importante en la toma de decisiones, control cognitivo y por sobre todo en la conexión de cognición a acción, vinculando el área cognitiva con la tarea propiamente tal⁵⁵⁻⁵⁶. Por otro lado O. Cohen et al. describen que posee a su vez diversas conexiones con la corteza motora primaria, donde transfiere información crucial para la ejecución y regulación del control motor⁵⁷. Estudios clínicos y de neuroimagen realizados por V. Oldrati et al. evalúan la relación entre la corteza motora primaria y la CPFDL y han demostrado que esta última está involucrada en estímulos inhibitorios del control motor, señalando además una conectividad anatómica y funcional entre ambas estructuras. Sin embargo, las funciones fisiológicas de las vías de la CPFDL a la corteza motora primaria siguen siendo esquivas⁵⁸.

3.1.7.3 Corteza cingulada anterior

Como relata Rolls E. La corteza cingulada anterior (CCA) recibe impulsos de la corteza orbitofrontal y la amígdala. A su vez, está implicada en la emoción, pues participa en la vinculación de la información de recompensa y castigo, lo que provoca respuestas emocionales al comportamiento y, en particular, a las acciones⁵⁹.

Tomás Paus, ha descrito que la CCA, en primates, tiene proyecciones densas hacia la corteza motora y la médula espinal, por lo cual, esta región estaría implicada en el control motor. Al mismo tiempo, postula que la CCA estaría influenciada por el sistema emocional, ya que tiene relaciones directas con el sistema límbico, el cual recibe proyecciones desde la amígdala. Se observó que la actividad de la CCA está regulada por las manifestaciones de dopamina, ya que, al liberarse más dopamina, se produce un aumento del flujo sanguíneo en dicha área cortical. Por otro lado, se observó que

las lesiones que afectan a la CCA generan problemas para superar la inercia al iniciar acciones o para modular y resistir los movimientos innatos⁶⁰.

3.2 Factores que influyen en el control motor.

El movimiento se genera por la interacción de tres factores: el individuo, la tarea y el entorno. Esto se debe a que el movimiento se organiza en torno a las tareas y las demandas del ambiente, entendiendo que esto se genera con relación a un entorno específico³ (Figura 6).

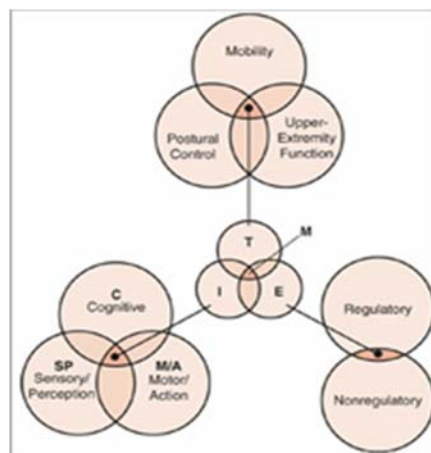


Figura 6: Individuo (I), tarea (T), ambiente (E) contribuyen al control motor. En el individuo el movimiento emerge desde la interacción lo sensorial/perceptual (S/P), cognitivo (C) y sistemas de acción/motor (M/A). Las limitaciones ambientales (E) sobre el movimiento se dividen en factores reguladores y no reguladores. Finalmente, los atributos de la tarea (T) contribuyen a la organización del movimiento funcional³

El factor tarea define y restringe la ejecución de un movimiento. Los atributos de una tarea se pueden clasificar dependiendo si la tarea es discreta o continua. Cuando hablamos de una tarea discreta hace referencia a aquella en que se presenta un punto

de inicio y final discernible, como, por ejemplo: pasar de estar sentado a pararse. Mientras que la tarea continua presenta un final variable como andar en bicicleta. Sumado a ello las tareas dependen de si la base de esta es estacionaria o cambiante. Kenyon et al. establece que el factor ambiental o entorno se divide en condiciones regulatorias y no regulatorias. Las regulatorias son aquellos factores que moldean o dan forma al movimiento mientras que las no regulatorias serán los factores que pueden afectar el rendimiento, pero no dan forma directa al movimiento, como podrían ser el ruido de fondo o la temperatura del aire⁶¹. Por lo tanto, la capacidad del individuo para cumplir con las tareas interactivas y las demandas ambientales determina la capacidad funcional de esa persona.

3.3 Sistemas que componen el control motor.

El movimiento surge por medio de un esfuerzo cooperativo de variadas estructuras y procesos cerebrales, que responden frente a una determinada tarea o estímulo sensorial generando un proceso de información aferente, el cual es integrado por las diferentes estructuras del sistema nervioso, tanto a nivel periférico como central, con el objetivo de generar eferencias que produzcan una feedback o respuesta motora.

Por lo tanto, dentro de un individuo se interconectan varias estructuras para generar el movimiento funcional. Tenemos principalmente tres sistemas: sistema de motor-acción, sistema sensorial/perceptuales y sistema cognitivo.

3.3.1 Sistema de motor-acción

El Sistema motor acción corresponde a la interrelación de varios sistemas motores como el neuromuscular y biomecánico, cuya principal función es controlar el movimiento funcional coordinado³.

3.3.2 Sistema sensorial/Perceptuales.

Estos sistemas proporcionan información sobre el estado del cuerpo y las características críticas del entorno para regular un movimiento, ya que la percepción es la integración de una impresión sensorial en información psicológicamente significativa³.

3.3.3 Sistema cognitivo.

El proceso cognitivo incluye aspectos como la atención, planificación, resolución de problemas, motivación y emociones del control motor que van más allá de la implementación de una meta o intención². Generalmente los movimientos son voluntarios, involucrando la intención, por lo que son importantes los procesos cognitivos para el control motor.

El proceso cognitivo hace referencia a diferentes procesos complejos desarrollados a diferentes niveles desde la percepción a nivel periférico, la interpretación y conceptualización en niveles superiores, incluyendo la activación de diferentes centros motores y finalmente la ejecución. El movimiento surge de la interacción de los sistemas de percepción y acción, con el proceso cognitivo como intermediario responsable entre ambos, por lo que el movimiento y la postura involucran componentes tanto motores como cognitivos³.

3.4 Teorías del control motor.

A lo largo de la historia se han propuesto diferentes teorías sobre el control motor, es bueno conocerlas, ya que intenta explicar el proceso del control motor, sumado a que permite tener una idea de cómo podría actuar a nivel del sistema estomatognático. A partir de esto se conocen las siguientes teorías⁶¹:

1. Teoría refleja: Desarrollada por el neurofisiólogo Sir Charles Sherrington en 1906, propone que los reflejos son el componente básico del comportamiento complejo, entendiendo que el comportamiento complejo se puede explicar a través de una acción combinada de reflejos individuales que actúan en cadena. Actualmente su teoría aún influye sobre lo que se piensa respecto del control motor; pese a ello tiene una serie de limitaciones que se presentan a continuación:

- El reflejo no puede ser considerado la unidad básica del comportamiento si tanto los movimientos voluntarios y espontáneos están reconocidos como un tipo de comportamiento, ya que el reflejo debe activarse mediante un agente externo o medio.
- No explica ni predice movimientos que ocurren en ausencia de estímulo sensorial.
- No explica los movimientos rápidos, es decir, no explica como un movimiento que ocurre demasiado rápido permite una retroalimentación sensorial que sea capaz de activar al movimiento que lo sigue.
- El concepto de que una cadena de reflejos pueda crear un comportamiento complejo no explica cómo en algunas situaciones dependiendo del contexto un solo estímulo puede generar una respuesta diferente.
- La cadena de reflejos no explica la capacidad de producir un movimiento nuevo.

2. Teoría Jerárquica:

Propuesta por Hughlings Jackson, médico inglés, plantea que el cerebro tiene diferentes niveles de control (superiores, medios y bajos) equiparados con otras áreas de asociación superior. Explica que cada nivel sucesivamente superior va a ejercer

control sobre un nivel inferior, de tal manera que es vertical y estricta, entendiendo que no existe un control entrecruzado, ni tampoco actúa de abajo hacia arriba. Esta teoría ha sido desarrollada por otros autores como Rudolf Magnus en 1920, estudia la vinculación más cercana al Sistema Nervioso Central (SNC), postulando que cuando los reflejos son controlados por nivel inferior se debe a que los centros corticales superiores están dañados.

Al ser trabajada por variados autores, en 1940 Arnold Gesell y Myrtle McGraw basados en la teórica jerárquica explican que el desarrollo motor normal se atribuye al aumento de la corticalización del SNC, lo que se debe a que existe una aparición de niveles más altos de control motor sobre los reflejos de nivel inferior.

Actualmente la neurociencia reconoce que es importante la jerarquía en el control motor, sin embargo, ya no se entiende como única y estricta. Hoy en día, se comprende que dentro de esta jerarquía en SNC cada nivel puede actuar en otros niveles ya sea superior o inferior, lo que esté sujeto a la tarea que sea necesaria realizar.

La principal limitación de esta teoría es, que no puede explicar el predominio de los movimientos reflejos en algunas situaciones en adultos normales, ya que ante ciertos reflejos el control puede ser de abajo hacia arriba, y no por ello se debe suponer que las conductas de un nivel más inferior son primitivas, inmaduras o no adaptativas.

3. Teorías de programación motora:

Propuesta y desarrollada por variados autores como Van Sant en 1987, Bernstein en 1967 y Wilson en 1961 explican que en esta teoría se le resta cierta importancia al reflejo, entendiendo que una forma alternativa de verlos es considerar que uno puede eliminar el estímulo, o la entrada aferente y aun así tener una respuesta motora. Entendiendo que al eliminar la respuesta motora de un estímulo aparece el concepto de patrón motor central (PMC), siendo más amplio que el concepto propio de reflejo, ya que son circuitos neuronales espinales capaces de generar por sí mismos un

movimiento. En palabras simples, esta teoría sugiere que es posible el movimiento en ausencia de una acción refleja, de tal manera que la red espinal neuronal podría producir un ritmo locomotor sin estímulos sensoriales ni patrones descendentes del cerebro, pudiendo realizar el movimiento sin retroalimentación.

Pese a lo anterior como toda teoría presenta limitaciones. En este caso el concepto de PMC no considera que el SNC debe considerar variables músculo esqueléticas y ambientales para lograr el control del movimiento. Por ende, se debe entender que el concepto de PMC no tiene la intención de reemplazar el importante concepto de cómo la información sensorial es relevante para controlar el movimiento, ya que este concepto solo muestra la flexibilidad que presenta el SNC para producir un movimiento.

4. Teoría de Sistemas:

En 1967 Nicolai Bernstein científico ruso explica que no se puede comprender el control neural del movimiento sin entender las características del sistema que está en movimiento y de la presencia de fuerzas externas e internas que pueden actuar sobre el cuerpo como la gravedad e inercia.

Bernstein ve al cuerpo como un sistema mecánico que presenta muchos grados de libertad sujeto a fuerzas externas e internas como se explicó anteriormente, entendiendo que un mismo mando central puede llevar a diferentes movimientos, debido a la relación entre las fuerzas externas y las condiciones iniciales. Es por ello, que distintos comandos pueden conducir a un mismo movimiento. Finalmente propone que el control motor se distribuye a través de distintos sistemas interactivos que trabajan en conjunto para lograr el movimiento

Dentro de las limitaciones que tiene la teoría de sistemas se encuentran:

- Genera de manera presuntiva que el sistema nervioso tenga un papel menos importante en la determinación del comportamiento, dando mayor relevancia a fórmulas matemáticas y a los principios de la mecánica corporal dentro de la actividad

del control motor.

- Si bien esta teoría toma en cuenta la contribución del sistema músculo esquelético y fuerzas de gravedad e inercia no considera la interacción del organismo con el ambiente⁶².

5. Teoría de acción dinámica

Esta teoría observa a la persona en movimiento, considerando el principio de autoorganización, es decir, cuando un sistema de partes individuales se une sus elementos se comportan colectivamente en forma ordenada, sin la necesidad de un centro superior. Propone que el movimiento surge de cómo los elementos actúan sin la necesidad de un programa motor. Presenta una perspectiva de acción dinámica que reduce la importancia de las nociones y acciones del SNC para el control motor y busca una explicación física.

Su principal limitación, como respalda Cano-de-la-Cuerda et al. es que supone una relación entre el sistema físico del sujeto y el ambiente determinado principalmente por su comportamiento, sin incluir la importancia de otros sistemas⁶².

6. Teoría orientada a la actividad

Esta teoría planteada por Greene desarrolla la idea que se debe explicar cómo los circuitos neuronales operan para lograr una acción determinada. Esta se apoya en el reconocimiento de que el objetivo del control motor es el dominio del movimiento para realizar una acción particular y no generar un movimiento porque sí. Por ende, el control del movimiento se organizaría alrededor de comportamientos funcionales dirigidos a objetivos.

La limitación de esta teoría es que no informa sobre cuáles son las actividades primordiales del SNC y los elementos esenciales que se controlan en una acción específica⁶².

7. Teoría ecológica:

Postulada por el psicólogo James Gibson en la década de 1960, plantea que como seres humanos somos capaces de detectar información mediante la percepción en nuestro entorno o medio ambiente que es relevante para nuestras acciones, y cómo vamos a usar esta información para controlar los movimientos.

Se entiende dentro de esta teoría que las acciones requieren de información perceptiva que es específica cuando existe una acción deseada dirigida a cometer un objetivo específico dentro de un entorno particular. Dentro de esta teoría, Gibson enfatiza que lo importante no es la sensación per sé, sino la percepción.

La limitación se basa en que, si bien ha ampliado el conocimiento sobre la interacción con el medio, enfatiza poco en la organización y función del sistema nervioso.

4. Relación entre la disminución del sistema cognitivo y el control motor.

Higaki et al. relata que la CPF desempeña un papel en la planificación cognitiva conductual compleja, la toma de decisiones y los comportamientos sociales. La activación de la CPF también se ha discutido en el contexto de las tareas autocinéticas⁶³. Muchas regiones del cerebro están asociadas con la autocinesis, como el área motora primaria, el área prefrontal, el área motora suplementaria, los ganglios basales y el cerebelo (Figura 7)⁶⁴.

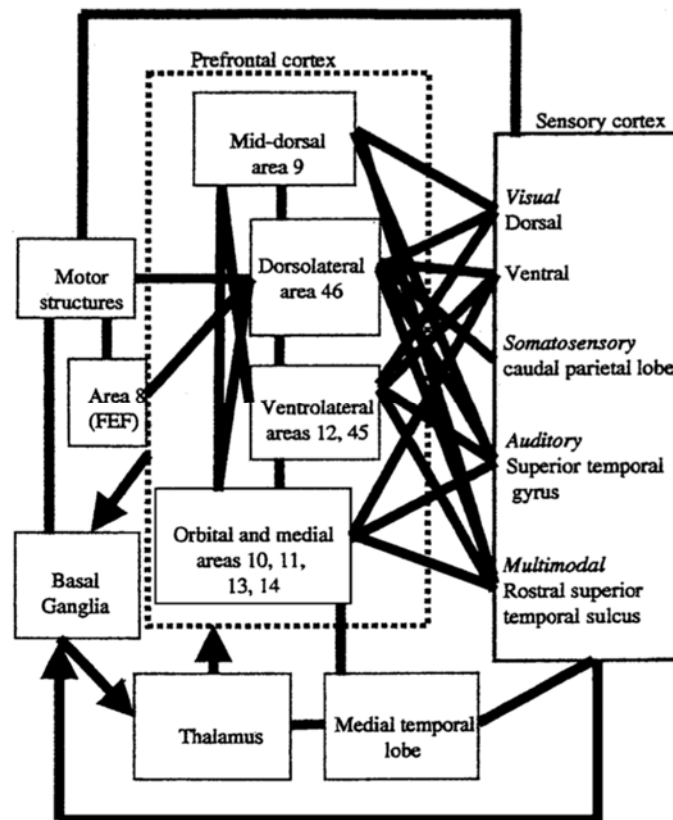


Figura 7: Diagrama esquemático de algunas de las conexiones extrínsecas e intrínsecas de la corteza prefrontal. La convergencia parcial de las entradas de muchos sistemas cerebrales y las conexiones internas de la corteza prefrontal (PFC) pueden permitirle jugar un papel central en la síntesis de información diversa necesaria para un comportamiento complejo. La mayoría de las conexiones son recíprocas; las excepciones se indican mediante flechas⁶⁴

Miller et al. establece que la CPFDL tiene conexiones preferenciales con las estructuras del sistema motor que pueden ser fundamentales para la forma en que la CPF ejerce control sobre el comportamiento. La CPFDL está interconectada con áreas motoras en el lóbulo frontal medial, como el área motora suplementaria, el área motora pre-suplementaria y el cíngulo rostral, con la corteza premotora en el lóbulo frontal lateral, y con el cerebelo y colículo superior⁶⁴.

No hay conexiones directas entre la CPF y la corteza motora primaria, pero presentan extensiones con áreas premotoras que, a su vez, envían proyecciones a la corteza motora primaria y la médula espinal. También son importantes las densas interconexiones entre el CPF y los ganglios basales, una estructura que probablemente sea crucial para automatizar el comportamiento. Los ganglios basales reciben entradas de gran parte de la corteza cerebral, pero su principal salida (a través del tálamo) es la corteza frontal⁶⁴.

5. Sistema estomatognático y sistema cognitivo

Como ya se ha mencionado anteriormente, el ligamento periodontal presenta receptores mecánicos y sensoriales, que entregan información a la corteza prefrontal. Kishimoto et al. describe que la entrada sensorial periodontal aumenta significativamente la actividad de la corteza prefrontal durante la tarea motora de mantener la fuerza oclusal (mordida)⁶⁵.

En el estudio de Higaki et al. se demuestra que al inhibir el ligamento periodontal la función de los mecanorreceptores no se ve alterada, no se ve afectada la fuerza oclusal, sin embargo, se produce una disminución del flujo sanguíneo en la CPF, por lo cual, disminuye la función cortical y, por ende, altera la cognición⁶³.

Tal como relata Batty et al. Se ha asociado múltiples pérdidas dentarias como factor de riesgo del deterioro cognitivo. Numerosos estudios prospectivos han informado de una asociación entre la salud bucal, en particular el número de dientes restantes, y la demencia o el deterioro cognitivo en la vejez. El riesgo de deterioro cognitivo aumenta a medida que se pierden más dientes, que son esenciales para la masticación. Se desconoce exactamente el mecanismo de esta relación; sin embargo, existen algunas posibilidades: en primer lugar, se han asociado factores como la inflamación crónica proveniente de la enfermedad periodontal, la enfermedad oral puede dar lugar a la inflamación sistémica donde, por ejemplo, se producen niveles elevados de proteína C reactiva. Se cree que esta inflamación, posiblemente dentro del sistema nervioso central, tiene un papel fundamental en la patogenia de la demencia. En segundo lugar,

hay una sugerencia de que los indicadores de mala salud bucal predicen una enfermedad vascular importante, como la enfermedad coronaria, se cree que la enfermedad vascular y la demencia tienen una fisiopatología compartida lo cual anticipará un vínculo entre la enfermedad oral y la demencia. Por último, se cree que un menor remanente dentario afecta la función masticatoria, lo que influye en la elección de alimentos y afecta el estado nutricional. En este aspecto, las deficiencias nutricionales y la pérdida de peso son determinantes potencialmente importantes de la demencia⁶⁶

6. Envejecimiento Cerebral

El envejecimiento cerebral corresponde a un proceso biológico genéticamente programado y aleatorio, afectando en diferente grado a las personas que lo padecen. Desde este ámbito, Isaev et al. establece que se genera por un daño gradual en el organismo como consecuencia de funciones y actividades vitales. Dentro de este proceso existen diversas alteraciones como: desregulación de la homeostasis del Ca^{+2} , compromiso bioenergético, neuro plasticidad adaptativa y resiliente deteriorada, acumulación de factores oxidativos e inflamatorios y actividad neuronal aberrante, todo esto afecta de manera directa la integridad neuronal de las salidas motoras, reduciendo así, las capacidades neuropsicológicas⁶.

A mayor edad el volumen cerebral disminuye aproximadamente 0.23% en un año, ocurriendo así una pérdida importante de materia gris y blanca, tanto en el lóbulo frontal como en el parietal⁶⁷.

Liu et al. estima que el 3% de la población presenta deterioro cognitivo leve (DCL), donde se reduce la sustancia blanca frontoparietal generando un costo en la realización de una tarea⁶. Junto con esto, Grimm et al. relata que al presentar DCL se muestra menor integridad de esta sustancia en regiones posteriores y se reduce la sustancia gris en el lóbulo temporal medial, ínsula y tálamo. Entendiendo que la zona posterior al debilitarse genera que también se debilite el cambio de tareas⁶⁸.

El envejecimiento cerebral se traduce en menor rendimiento motor, generando que el componente cognitivo consciente deba compensar dicha función².

7. Dentición y control motor

En experimentos con animales, se ha documentado que la pérdida de dientes lleva a un desequilibrio masticatorio, disminuye el número de células piramidales en el hipocampo, se produce un deterioro del aprendizaje espacial y de la memoria en pruebas de laberinto de agua.⁶⁹

En un estudio de cohorte de Komiyama et al. Los participantes corresponden a adultos mayores a quienes se les evaluó la capacidad funcional mediante la prueba física de Timed-Up-and-Go, la cual consistía en realizar tareas como levantarse de un sillón, caminar 3 metros, darse la vuelta, regresar a la silla y sentarse. Frente a esto, los resultados demostraron que quienes presentaban 19 dientes o menos, tenían más probabilidad de desarrollar discapacidad funcional en comparación a quienes presentaban 20 dientes o más.⁷⁰

Existe otro estudio de Welmer et al. de cohorte prospectivo que involucró a personas ≥ 60 años, donde se encontró que quienes presentaban pérdida de dientes mostraron una mayor disminución en la velocidad al caminar con el tiempo y que la inflamación puede jugar un papel en la asociación entre la pérdida de dientes y la disminución de la velocidad al caminar, independientemente del estilo de vida y las enfermedades crónicas, sin embargo, presenta la limitación de no haber realizado un examen clínico dental propiamente tal para establecer el número de dientes remanentes, sino que esta información se recolectó a través de un autoinforme por parte del paciente.⁷¹

3. Objetivos

a. Objetivo general

Sintetizar los resultados de estudios primarios respecto a la pérdida dentaria en adultos mayores en relación con el deterioro del control motor.

b. Objetivos específicos.

- Describir las características de los estudios primarios como año de publicación, autor, país, diseño de estudio y características de la muestra.
- Describir el riesgo de sesgo en los estudios primarios mediante ROBINS-I de la Colaboración Cochrane.
- Describir los resultados según los outcomes estudiados
- Describir de qué manera la pérdida dentaria afecta el control motor de adultos mayores.

4. Materiales y Métodos

El diseño de estudio del siguiente trabajo corresponde a una revisión sistemática de la literatura de acuerdo con los criterios recomendados por Cochrane⁷². En una primera etapa se realizó una búsqueda en la base de datos PROSPERO, *centre for reviews and dissemination University of York*, para verificar que no se estuviese realizando una revisión sistemática similar. A continuación, se detalla la búsqueda:

- Motor control; motor task: no se encontraron resultados.
- Older; Elderly: no se encontraron resultados.
- Oral health: no se encontraron resultados.
- Tooth loss; edentulousness: no se encontraron resultados.
- Motor cortex: no se encontraron resultados.

De acuerdo con los resultados, no se encontró un registro con los términos utilizados, por lo cual el día 20 de diciembre del año 2020 se procedió a la inscripción del protocolo del estudio en la base de datos PROSPERO *centre for reviews and dissemination University of York*, con ID 227258.

a. Pregunta de investigación

La pregunta de investigación fue realizada bajo la modalidad PICO (Tabla II), conformando la siguiente pregunta:

En pacientes adultos mayores ¿Cómo la pérdida dentaria, en comparación a un dentado total, afecta en el deterioro del control motor?

(P)oblación	Pacientes adultos mayores, de 60 años o más
(I)ntervención	Pérdida dentaria
(C)omparación	-
(R)esultados	Deterioro del control motor

Tabla II: Componentes pregunta de investigación basada en acrónimo PICO.

La comparación está implícita en la pregunta de investigación, ya que para este tipo de estudio se toma como intervención la pérdida dentaria, por lo que se compara con pacientes que sean dentados parciales o totales, o bien, que presenten algún tipo de rehabilitación oral.

Hipótesis de trabajo: Los adultos mayores con pérdida dentaria (número de dientes perdidos) presentan mayor deterioro del control motor, en comparación a dentados totales.

b. Estrategia de Búsqueda

Para determinar las palabras claves a utilizar para la llave de búsqueda, se utilizaron 11 artículos, que se presentan a continuación:

- Ghai et al. Effect of rhythmic auditory cueing on aging gait: a systematic review and meta-analysis⁷³.

- Higaki et al. Periodontal tactile input activates the prefrontal cortex.⁶³
- Hu et al. Association between tooth loss, body mass index, and all-cause mortality among elderly patients in taiwan⁷⁴.
- Kato et al. Tooth loss-associated cognitive impairment in the elderly: a community-based study in japan⁷⁵.
- Liu et al. Neuropsychological mechanisms of falls in older adults.⁷
- Moran et al. The brain ages optimally to model its environment: evidence from sensory learning over the adult lifespan. PLoS Comput Biol, 10(1), e1003422.⁷⁶
- Saito et al. Association between tooth loss and cognitive impairment in community-dwelling older japanese adults: a 4-year prospective cohort study from the ohasama study.⁸
- Shea et al. Amstar 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non randomised studies of healthcare interventions, or both. ⁷⁷
- Sterne et al. Rob 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials⁷⁸.
- Vandevoorde et al. Internal model recalibration does not deteriorate with age while motor adaptation does.⁷⁹
- Wolpe et al. Ageing increases reliance on sensorimotor prediction through structural and functional differences in frontostriatal circuits.⁸⁰

A partir de estos estudios, se extrajo aquellos términos de lenguaje controlado o Mesh. Una vez obtenidos, estos se dividieron en categorías relacionadas con la estrategia PICO.

Posteriormente, se realizó una búsqueda avanzada con una llave de búsqueda adecuada a cada base de datos, las cuales fueron en PUBMED, Scopus, Web of science (WOS) y LILACS. (Tabla III, IV, V y VI),

Cada investigador realizó una búsqueda avanzada en los motores de búsqueda nombrados anteriormente, durante octubre del 2020, y posteriormente se realizó una búsqueda manual por referencias similares.

c. Selección de Estudios y proceso de recolección de datos

Una vez obtenidos los resultados, se procedió a excluir aquellos artículos duplicados. A continuación, se realizó un primer cribado por título y abstract, utilizando la plataforma Abstrackr⁸¹. El screening fue realizado en parejas, mientras que en los casos que existiera discrepancia, fue resuelto mediante un quinto evaluador experto en metodología, certificado por la revista Cochrane.

Posteriormente, se procedió a realizar un segundo screening realizado en parejas, con los artículos que quedaron del primer cribado. A estos resultados se les aplicaron los criterios de inclusión y exclusión, los cuales se registraron en un archivo Microsoft Excel, en donde cada pareja determinó si el artículo se incluía y excluía, dando las razones de porqué ciertos artículos eran excluidos.

En el caso de aquellos artículos que no hubo consenso, se procedió a una nueva revisión puntual de los criterios de inclusión y exclusión, realizada por los 4 investigadores para llegar a un consenso.

A continuación, se presentan los criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de Inclusión:

- Tipo de estudios: analíticos ya sean experimentales u observacionales.
- Participantes adultos mayores de 60 años.

Criterios de Exclusión:

- Pacientes que cursan enfermedades como problemas musculoesqueléticos, auditivos, alteración del equilibrio y/o control postural como vértigo, desequilibrios, inestabilidad postural o discapacidad visual severa.
- Estudios que no estén completamente disponibles digitalmente.

- Estudios que no incluyan un análisis o reconocimiento del deterioro del control motor.

Una vez seleccionados los artículos, se realizó otro archivo Microsoft Excel, para elaborar la tabla de extracción de datos, la cual incluyó los siguientes datos: autores, año de publicación, tipo de estudio, edad promedio de los participantes, número de participantes (tamaño muestral y cantidad de pacientes separados por casos y controles, cuando aplique), intervención y resultados.

Luego de la búsqueda en las 4 bases de datos, se obtuvo un total de 1.099 estudios, a partir de los cuales se eliminó 1 artículo que no cumplía con la antigüedad de 5 años y 70 artículos que se encontraban duplicados, quedando un total de 1.028 estudios.

Posteriormente, al realizar el screening por título y abstract de los 1.028 artículos, se seleccionaron 18 artículos. Luego se realizó una búsqueda manual, en la cual se incluyó 1 artículo. Finalmente, se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión, quedando un total de 7 artículos elegidos para la revisión. (Figura 8)

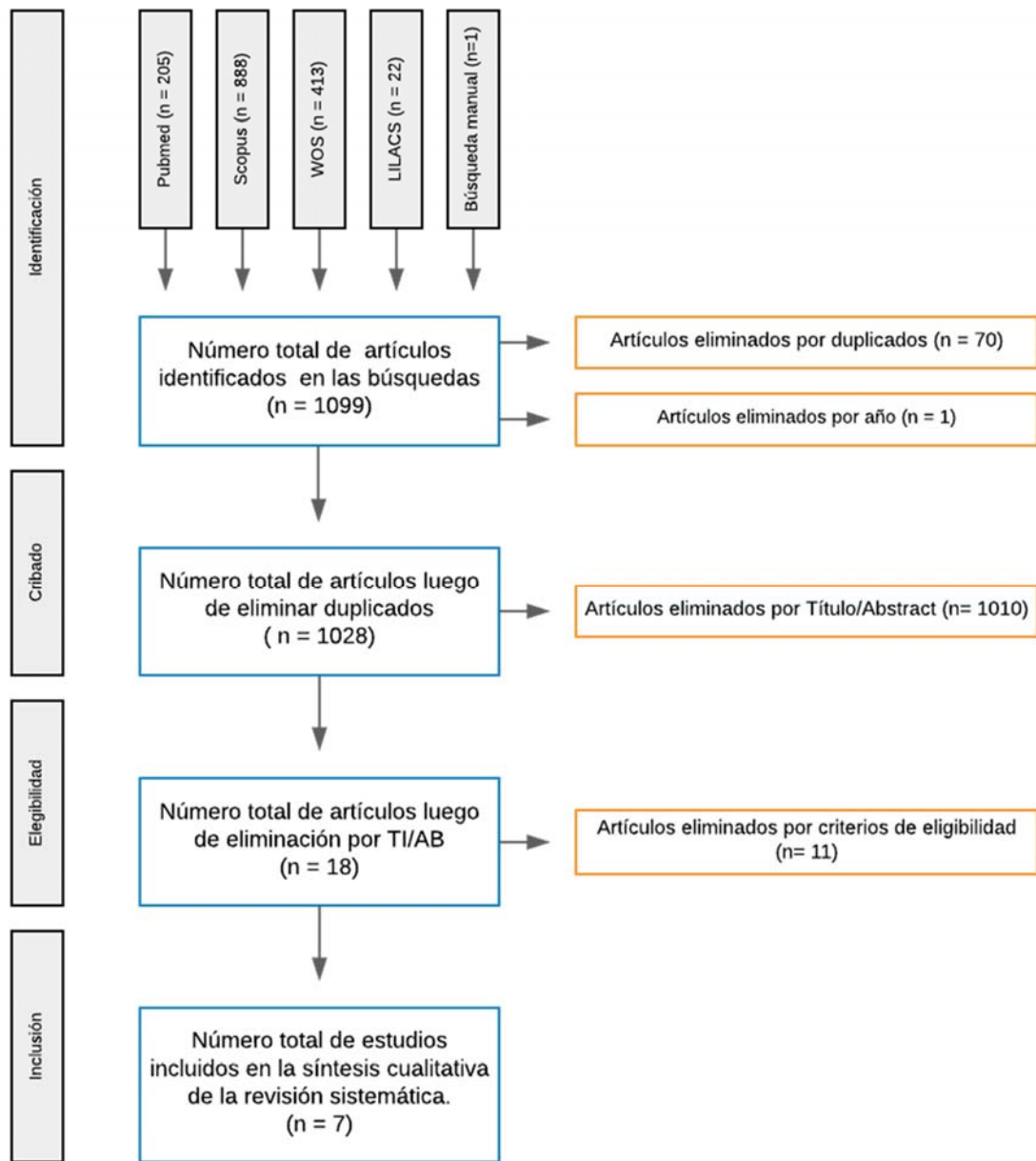


Figura 8. Diagrama de artículos seleccionados según bases de datos.

5. Resultados

a. Características de los estudios incluidos

Dentro de las características de los 7 artículos seleccionados (Tabla VII), el diseño de estudio fue mayoritariamente experimental (De Cicco et al. 2016⁸², Kamiya et al.⁸³, Goto et al.⁸⁴, y Narita et al.⁸⁵), dos de los estudios restantes no informaron su diseño de estudio (Kobayashi et al. 2020 y 2018⁸⁶⁻⁸⁷) mientras que uno de ellos, fue de casos y controles (Lin et al.⁸⁸). Cabe mencionar que para los estudios experimentales no estaba escrito de manera explícita, pero por su metodología se podía dar a entender. Por el mismo motivo, el estudio de Kobayashi et al. (2018) podría considerarse un estudio de casos y controles.

Los estudios seleccionados se desarrollaron en distintas ciudades japonesas, a excepción de Lin et al.⁸⁸ realizado en Taiwán. Dos estudios no reportaron su lugar de desarrollo (De Cicco et al.⁸² y Kobayashi et al. 2020⁸⁷). Ninguno de los estudios seleccionados da a conocer su duración.

El tamaño muestral de los estudios varió entre 16 a 62 participantes. Sumado a ello, no todos los grupos, en cada estudio, eran proporcionales respecto al sexo. El rango etario de los participantes fue entre 22.1 años (edad promedio) a 88 años. Respecto a los criterios de inclusión y exclusión, en algunos de los estudios no estaban definidos propiamente tal, llevando a confusión sobre si eran criterios de inclusión o exclusión, como el caso de Kamiya et al.⁸³ Otros estudios como Narita et al.⁸⁵ y De Cicco et al.⁸², no informaron los criterios. En el resto de los estudios, los criterios de inclusión se basaron principalmente en pacientes diestros, que carecieran de problemas dentales, complicaciones al sistema nervioso, la prueba de Clasificación internacional de impedimentos, discapacidades y la prueba de puntaje de vida activa diaria. Finalmente, los criterios de exclusión de Lin et al.⁸⁸ y Kobayashi et al. 2020⁸⁷ coinciden en la exclusión de pacientes con antecedentes de trastornos físicos o psiquiátricos.

La intervención se definió como la pérdida dentaria presentada en los participantes de los estudios. En relación con esto, dos de los estudios (Kamiya et al.⁸³ y Narita et al.⁸⁵) utilizaron la clasificación de Eichner para categorizar a los sujetos. Mientras que Kobayashi et al. (2020)⁸⁷ y Lin et al.⁸⁸ realizaron un examen dental para obtener un recuento dentario. Goto et al. sólo observó el uso de implantes dentales y finalmente, De Cicco et al.⁸² observó, específicamente, la pérdida unilateral de primer y segundo molar inferior.

En relación con los resultados, hubo diversas formas de evaluarlos. A modo general, los estudios utilizaron pruebas de medición de la actividad de músculos masticatorios durante la masticación, a través de un electromiograma (EMG), espectroscopia de infrarrojo cercano funcional (fNIRS) durante la masticación, resonancia magnética funcional (fMRI) durante el golpeteo de dientes, morfometría basada en vóxeles (MBV), entre otros.

Autor, año	Diseño de Estudio	Lugar de Desarrollo	Características de los participantes	Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión	Intervención	Resultados
De Cicco et al. 2016	Experimental	No informa,	n= 18. 9 participantes en grupo intervención (5 hombres y 4 mujeres; edad promedio 46,4 ± 7,7 años) y 9 controles (3 hombres y 6 mujeres; edad 40,2 ± 12,1 años)	No informa.	No informa.	Grupo intervención: con pérdida unilateral de 1er y 2do molar inferior, a quienes se insertaron implantes de prótesis para reemplazar el primer y segundo molar del arco mandibular en el lado izquierdo (n = 4) o el lado derecho (n = 5), y restituir la oclusión normal. Grupo control: sin alteraciones oclusales.	En sujetos sin 1er y 2do molar unilateral, desarrollaron una actividad EMG asimétrica de los músculos masticatorios durante la mordida. Existe una correlación significativa entre la diferencia izquierda-derecha en el tamaño de la pupila basal y la de la actividad EMG del masetero (p<0,0005). La colocación de la corona redujo en gran medida la asimetría EMG (p<0,0005), resultado similar para asimetría pupilar.
Lin et al. 2020	Casos y controles	Departamento de Neurología, hospital Veterans General de Taipei.	n=62 .31 participantes con deterioro cognitivo y 31 sanos. Sexo (28 mujeres/34 hombres) Edad promedio 72.9	≥ 60 años y capacidad para comunicarse verbalmente con los experimentadores	Pacientes con antecedentes de Trastornos físicos o psiquiátricos, lesión o cirugía cerebrales y con incapacidad para recibir imágenes por resonancia magnética (IRM) debido	Número de dientes faltantes, se consideró implantes y puentes dentales como un equivalente funcional a un diente natural, mientras que las raíces residuales se consideraron dientes perdidos	1. Los participantes mayores sin deterioro cognitivo, el rendimiento masticatorio se asoció con el volumen regional de materia gris en la zona derecha de la corteza motora prefrontal, independientemente de las variaciones en el número de dientes faltantes. El modelo de regresión reveló que el volumen de materia la en la zona derecha de la corteza motora prefrontal predijo significativamente el rendimiento masticatorio individual. 2. En los pacientes con deterioro cognitivo, el

					a problemas físicos o contraindicaciones psicológicas		rendimiento masticatorio no se correlacionó con el volumen de materia gris o la corteza premotora derecha. De manera consistente, el modelo de regresión reveló que el número de dientes remanentes era el factor dominante para el rendimiento masticatorio individual en el paciente con deterioro cognitivo.
Kobayashi et al. 2020	No informa	No informa.	n=37. Edad 26-88 años. (1) un grupo adultos edéntulos (5 hombres y 4 mujeres, edad media = 30,7 años, rango: 26-40 años); (2) un grupo de ancianos dentados (6 hombres y 7 mujeres, edad media = 81,8 años, rango: 80-83 años); y (3) un grupo ancianos edéntulos portadores de prótesis (7 hombres y 8 mujeres, edad media = 79,1, rango: 71-88 años) (4) ancianos desdentados no portadores de prótesis (sin información)	Todos eran diestros; aprobaron la prueba de Clasificación internacional de impedimentos, discapacidades y discapacidades y la prueba de puntaje de vida activa diaria (puntaje ADI)	Tener antecedentes de enfermedad neurológica o psiquiátrica y tener antecedentes de cirugía oral, implantes dentales, cabeza y cáncer de cuello y trastornos de la articulación temporomandibular	Grupo AD: adultos dentados. Grupo OD: ancianos dentados >20dientes. Grupo OEd: ancianos edéntulos portadores de prótesis. OE: ancianos no portadores de prótesis	Durante el golpeteo de dientes, el grupo de OE reclutaron áreas relativamente más pequeñas en la corteza motora primaria (MI), corteza sensoriomotora primaria (SI), BA6 y la corteza prefrontal que el grupo OD. Al mismo tiempo, el área dorsolateral de la corteza prefrontal (DLPFC) se activó en los grupos OD y OEd, pero no en los grupos de OE. Los resultados de las comparaciones de grupos entre OD y OEd (OD> OEd), Las áreas activadas disminuyeron en el MI, SI, tálamo (VPM), ganglios basales y corteza de la insula.
Kamiya K. et al, 2016.	Experimental	Facultad de Odontología de la Universidad de Nihon en el hospital de Matsudo, Japón.	n=24, Casos: 12 pacientes desdentados, [6 hombres, 6 mujeres; 63,1 ± 6,1 (media ± desviación estándar (DE) años]. Controles: 12 pacientes jóvenes (6 hombres, 6 mujeres; 22,1 ± 2,3 años).	Pacientes Diestros y mentalmente sanos.	No presentar síntomas de disfunción de la articulación temporomandibular o de los músculos masticatorios, como dolor y dificultades, y ninguno de los sujetos parcialmente desdentados tenía quejas con respecto a sus dentaduras postizas	Grupo intervención: sujetos parcialmente desdentados con prótesis parciales removibles y en seguimiento; Grupo sano: jóvenes sanos	Déficits en la fuerza oclusal, la actividad de los músculos masticatorios, la puntuación masticatoria y la activación prefrontal al masticar bajo una condición de pérdida de dientes en comparación con el uso de una dentadura postiza y en controles jóvenes sanos. además, la activación prefrontal inducida por el uso de una prótesis no era diferente a la de los sujetos jóvenes sanos.
Goto T, et al. 2020.	Experimental	Hospital Universitario de Tokushima, Japón.	n=18, El grupo joven incluía 6 participantes sanos (5 hombres y 1 mujer; edad media: 26,0 ± 1,41 años) con dientes normales. El grupo de ancianos incluyó 6 participantes ancianos (1 hombre y 5 mujeres; edad media: 69,8 ± 7,3 años) capaces de ocluir con sus dientes superiores e inferiores naturales. El grupo de implantes incluyó a 6 participantes de edad avanzada (3 hombres y 3 mujeres; edad media: 69,0 ± 7,2 años) que pudieron lograr la oclusión con sus implantes dentales superiores e inferiores y tenían el arco dental completo excepto el tercer molar.	Los pacientes carecían de problemas dentales o complicaciones del sistema nervioso.	No informa.	Pacientes ancianos que carecen de tacto periodontal (pacientes rehabilitados mediante implantes) respecto a pacientes jóvenes y ancianos que poseen tacto periodontal mediante un arco dental completo.	La disminución de la actividad de PFC o una disminución relacionada con el envejecimiento en la información aferente periodontal no se atribuyó al aumento de FSC en los ancianos y el grupo implantes. Esto sugiere que la entrada táctil periodontal no aumenta únicamente la actividad de PFC, sin embargo, existe un aumento de CBF en el PFC debido a la entrada táctil periodontal.
Kobayashi et al. 2018	No informa	Clínica de Dentad	n=24. Edad promedio grupo 1 77.1. Edad promedio grupo 2 81.8.	No informa.	Sujetos que mostraban atrofia	Grupo 1: desdentados que han estado en	Imágenes estructurales de la sustancia blanca cerebral no mostró diferencias

		uras postizas del Centro Dental del Hospital de la Universidad Médica de Iwate.	Sexo (hombre/mujer) grupo 1: 4/7. Sexo (hombre/mujer) grupo 2: 5/8		marcada difusa o agrandamiento del espacio perivascular de más de 10 mm de una imagen cerebral de resonancia magnética	condición desdentada al menos durante 10 años. Grupo 1: desdentados que han estado en condición desdentada al menos durante 10 años. Grupo 2: sujetos dentados que tienen más de 20 dientes y pertenecen al tipo A de la clasificación de Eichner.	morfológicas entre sujetos desdentados y desdentados. Se detectó significativamente una atrofia de canto de la sustancia gris en el hipocampo, núcleo caudado y polo temporal del hemisferio derecho en sujetos desdentados
Narita N, et al. 2020.	Experimental	Facultad de Odontología de la Universidad de Nihon en el hospital de Matsudo, Japón.	n= 16. 9 hombres y 7 mujeres; edad media 64,0 ± 6,2 años [media ± desviación estándar (DE)]	Ninguno de los pacientes notó afecciones de la prótesis, como malestar o dolor, o tuvo dificultades para masticar y síntomas de disfunción de la articulación temporomandibular o de los músculos masticatorios, como dolor en la mandíbula o dificultades en el movimiento de la mandíbula.	No informa.	Con base en la clasificación de contacto intermaxilar de los dientes de Eichner (Eichner, 1955), dividimos a los sujetos en tres grupos (B2, n = 8; B3, n = 4; y B4, n = 4), B2 indica dos zonas de apoyo, B3 indica una zona de apoyo y B4 indica zonas sin apoyo.	El uso de prótesis mejora la actividad prefrontal, el estado oclusal, las actividades de los músculos y la puntuación masticatorios, en comparación a no usar una, además, la actividad prefrontal se asoció positivamente con la duración de la apertura y amplitud máx. en mm, la actividad del musculo temporal y la puntuación masticatoria al usar prótesis.

Tabla VII: Características de los estudios seleccionados (tabla de extracción de datos).

b. Evaluación del Análisis de Sesgo en Estudios Individuales.

Para evaluar el riesgo de sesgo de cada artículo incluido en la revisión, se utilizó la herramienta ROBINS-I Tool.⁸⁹ (Figura 9 y 10)

Respecto al sesgo de confusión, se determinaron 2 estudios de riesgo moderado, tanto en Lin et al.⁸⁸ y Narita et al.⁸⁵, debido a que, si bien no se asigna aleatoriamente a los grupos de estudio, utilizan métodos de análisis adecuados y confiables para los factores de confusión (regresión logística). Por otro lado, destacan 4 estudios con riesgo serio, correspondientes a De Cicco et al.⁸², Goto et al.⁸⁴, Kamiya et al.⁸³. y Kobayashi et al. (2018)⁸⁶. Ninguno de estos estudios obtuvo la asignación de los grupos aleatoriamente y tampoco informan respecto a los métodos utilizados para analizar aquellos factores de confusión. Por un lado, Goto et al.⁸⁴, el método que utilizó para recopilar las variables de confusión confiable, ya que para un grupo (grupo de jóvenes) la información se recopiló mediante informes anteriores, sin realizar

actualizaciones de ellos en caso de ser necesario, mientras que, para el grupo de ancianos, se obtuvo en contacto con ellos. Respecto a Kobayashi et al. (2018)⁸⁶, si bien informa la hipertensión como factor de confusión, no fue recopilado de forma confiable, ya que se preguntó directamente al paciente, sin realizar mediciones.

Con relación al sesgo en la selección de participantes, 6 de los artículos tuvieron riesgo bajo, pues los criterios de inclusión y exclusión fueron aplicados antes de la intervención, no durante ni después. El estudio correspondiente a Kobayashi et al. (2020)⁸⁷, obtuvo riesgo serio, ya que aquellos sujetos cuya cabeza se movió > 1 mm mediante un procedimiento de corrección de movimiento en SPM8, fueron rechazados. Al mismo tiempo, se excluyen de todos los análisis a 4 sujetos de edad avanzada.

Referente al sesgo de clasificación de las intervenciones, Kamiya et al.⁸³, Kobayashi et al. (2018 y 2020)⁸⁶⁻⁸⁷ y Lin et al.⁸⁸, obtuvieron un riesgo bajo, debido a que se informó claramente cómo se recopiló la información y cuáles fueron los criterios utilizados para definir las respectivas intervenciones. Por otra parte, De Cicco et al.⁸² obtuvo un riesgo moderado, ya que, para definir los grupos, se realizó un examen que corresponde a la práctica clínica profesional de uno de los autores, lo cual no se puede considerar comparable a un ensayo aleatorio bien realizado. Goto et al.⁸⁴ y Narita et al.⁸⁵ también obtuvieron riesgo moderado, debido a que el primero de estos recopiló los datos de un estudio anterior, mientras que el segundo, recopiló la información mediante el autoinforme de los pacientes en cuanto a dolor y capacidad masticatoria, por lo que no son métodos confiables y puede ser insuficiente para evitar sesgos.

En el dominio de sesgo debido a desviaciones de las intervenciones previstas, 5 de los estudios fueron calificados como de bajo riesgo, exceptuando Kobayashi et al. (2020)⁸⁷, el cual fue considerado como crítico, ya que una vez iniciada la intervención se excluyó a participantes por motivos no habituales (anteriormente mencionado), no se detalla de qué grupos específicamente fueron excluidos, lo cual puede afectar directamente a los resultados. Por otro lado, Kamiya et al.⁸³ se categorizó como no informa, ya que no entrega los parámetros suficientes respecto a si se produjeron

desviaciones de la intervención prevista más allá de lo que se esperaría en la práctica clínica.

En cuanto al riesgo de sesgo debido a falta de datos, Kobayashi et al (2018 y 2020)⁸⁶⁻⁸⁷ y Lin et al.⁸⁸, obtuvieron un riesgo bajo, mientras que Narita et al.⁸⁵ se calificó con riesgo moderado, ya que no informa tabla de resultados con el total de la muestra, tampoco da información sobre si se excluyeron participantes por falta de información y no se realizó prueba de sensibilidad. Por su parte, Goto et al.⁸⁴ y De Cicco et al.⁸², fueron calificados con sesgo serio ya que no estaban disponibles los datos de resultados para todos o casi todos los participantes y los grupos no eran proporcionales. En el estudio de De Cicco et al.⁸², existe confusión respecto a los participantes evaluados después de 6 meses, ya que se evalúa solo a 5 de los 9 pacientes control y no se informa qué ocurrió con el resto de la muestra. Finalmente, Kamiya et al.⁸³ no tiene la información suficiente para realizar un juicio en este dominio.

Respecto al dominio sesgo en la medición de resultados, el estudio de Kobayashi et al. (2020)⁸⁷, es el único considerado de bajo riesgo. Destaca Narita et al.⁸⁵, el cual fue clasificado con riesgo serio, debido a que la puntuación masticatoria se midió mediante un cuestionario de autoevaluación respecto a ingesta de alimentos, lo cual demuestra subjetividad en la medición de este factor, lo cual puede afectar en los resultados. Los 6 estudios restantes, fueron considerados de riesgo moderado, ya que por un lado el conocimiento respecto a la intervención recibida no influye en los resultados y todos los participantes participaron en las mismas pruebas, sin embargo, no informan respecto a si los evaluadores estaban cegados, calibrados o si fueron siempre los mismos.

En el dominio de selección de resultado reportado, seis de los estudios obtuvieron un riesgo de sesgo bajo, pues las variables de cada estudio se midieron una vez, con una sola escala y no se dividieron en subgrupos. Mientras que, Kamiya et al.⁸³, fue calificado con riesgo moderado, ya que los sujetos pertenecientes al grupo de

desdentados parciales se dividen en B2, B3 y B4, sin embargo, no se informan todos los resultados por subgrupo.



Figura 9. Resumen de evaluación de riesgo según la herramienta Cochrane (semáforo).

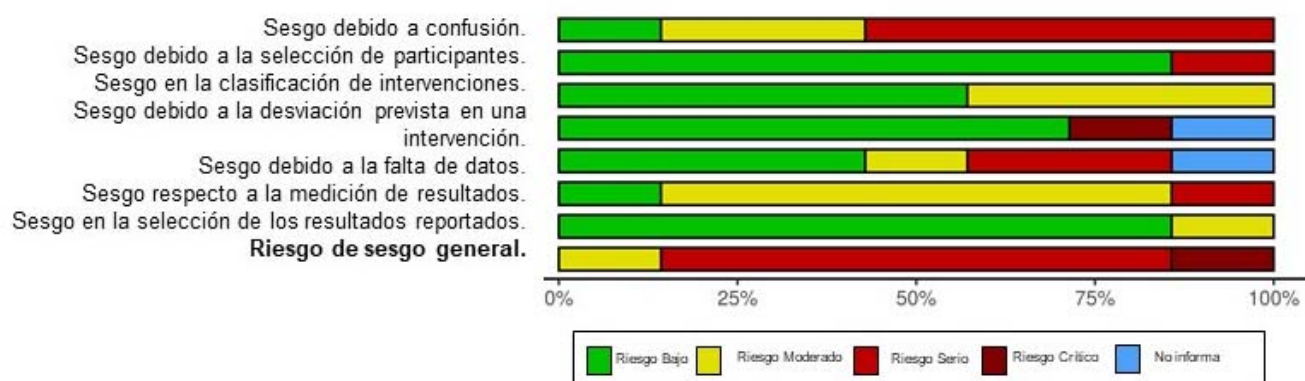


Figura 10. Resumen de evaluación de riesgo según la herramienta Cochrane (gráfico de barras apiladas).

c. Clasificación de edentulismo:

Entre los estudios no hay una forma estandarizada para clasificar la pérdida dentaria (edentulismo), se utilizaron diversas clasificaciones, las cuales se describirán a continuación.

En los estudios de Kamiya et al.⁸³ y Narita et al.⁸⁵, se utilizó la clasificación de Eichner, donde según las zonas de contacto dentario, se asignaron los grupos: B2 con dos zonas de contacto, B3 con 1 zona de contacto y B4 para contacto de dientes anteriores sin zonas de apoyo. La misma clasificación fue utilizada en el estudio de Kobayashi et al. (2018)⁸⁶, para definir las características de los sujetos pertenecientes al grupo 2: pacientes dentados con más de 20 dientes y pertenecientes a tipo A de la clasificación de Eichner.

De Cicco et al.⁸² los clasificó en pérdida unilateral de primer y segundo molar inferior, ya sea del lado izquierdo o derecho. Por otra parte, Kobayashi et al. (2020)⁸⁷, los clasificó como grupo AD: adultos dentados, OD: ancianos dentados > 20 dientes y OEd: ancianos edéntulos portadores de prótesis. Goto et al.⁸⁴ solo los clasificó en grupo jóvenes, grupo ancianos y grupo implante.

En el estudio de Lin et al.⁸⁸ se examinó el número de dientes faltantes, se consideró implantes y puentes dentales como un equivalente funcional a un diente natural, mientras que las raíces residuales se consideraron dientes perdidos.

d. Resultados Cualitativos:

En el estudio de Narita et al.⁸⁵, la fuerza oclusal como el área de contacto oclusal aumentaron significativamente cuando el paciente usa su prótesis en comparación a su no uso ($p < 0.001$). Respeto a la actividad de EMG sobre los músculos masticatorios las áreas para el músculo masetero (Mm) y temporal (Ta) en condición de uso

aumentaron significativamente, al igual que la amplitud media para el Mm ($p < 0.001$) y Ta ($p = 0.044$), sumado a que la amplitud máxima aumentó significativamente en Ta ($p = 0.012$), a diferencia de Mm. Finalmente, se observó un aumento de la concentración de hemoglobina oxigenada [oxi-Hb] prefrontal al momento de masticar cuando el paciente usaba su prótesis, en comparación a momentos de reposo o no uso de esta. Al relacionar la duración de ráfaga masticatoria con los cambios de [oxi-Hb] en la corteza prefrontal en condición de uso de prótesis fue significativa ($p = 0.003$) al igual que la tasa de cambio de la amplitud máxima en condición de uso se asoció de manera significativa con el cambio de [oxi-Hb] prefrontal, durante la tarea de masticación ($p = 0.004$).

En Goto et al.⁸⁴, al usar NIRS y observar los cambios regionales de flujo sanguíneo cerebral (FSC), se obtuvo como resultado que el grupo de ancianos e implantes, en comparación al grupo de jóvenes, mostró un menor FSC al realizar una tarea sin información externa, sin haber diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre el grupo de ancianos respecto al de implantes. Sumado a ello, en ambos grupos el FSC aumenta levemente, hasta que se estabiliza después de 15 segundos. Finalmente, si bien la información aferente periodontal se reduce con la edad, la tarea motora podría lograrse utilizando otra información sensorial, incluida la temporomandibular, huso articular y muscular.

En Kamiya et al.⁸³ la fuerza oclusal para la pérdida de dientes ($304,8 \pm 104,2$ N) fue significativamente menor ($p < 0.001$) que la de la dentadura postiza ($638,7 \pm 127,0$ N). Respecto a las actividades EMG de los músculos masticatorios, la duración de los ciclos de actividad del músculo digástrico para la pérdida de dientes fue significativamente más larga en comparación al grupo joven. Sumado a ello, la duración de ráfaga en el Mm, para pacientes con pérdida dentaria, fue significativamente más corta que para los pacientes que usan prótesis, el mismo resultado ocurrió para el músculo Ta. Para las áreas de actividad de EMG de Mm y Ta, fueron significativamente más bajas que para aquellos pacientes que usaron prótesis, al igual que el grupo joven. Finalmente, los valores [oxi-Hb] cuando se

comparó el uso de dentadura postiza con la pérdida de diente, se encontraron aumentos significativos de oxi-Hb durante el periodo previo a la masticación para la CPFDL y la corteza frontopolar (CFP); durante y posterior a la masticación para CPFDL, CFP, corteza orbitofrontal (COF) y área de brodmann (AB).

En relación con Kobayashi et al. (2018)⁸⁶, las imágenes respecto al volumen intracraneales de sustancia blanca no mostraron diferencias significativas entre los sujetos dentados y desdentados, sin embargo, significativamente se encontró atrofia de la sustancia gris en el hipocampo, núcleo caudado y polo temporal del hemisferio derecho, significativamente se observaron reducciones en aquellas zonas en sujetos desdentados en comparación a los dentados ($P < 0,001$). La mediana de las densidades de materia gris en el hipocampo de sujetos dentados y desdentados fue de 0,55 y 0,49; 0,52 y 0,46 en el núcleo caudado; y 0,36 y 0,30 en el polo temporal.

Respecto a Kobayashi et al. (2020)⁸⁷, frente a las pruebas de golpeteo dentario, en el grupo de dentados adultos (EA), el principal sitio activado fue la corteza sensorial primaria y la corteza motora ($p < 0,05$). En el grupo de dentados ancianos (OD), se activaron áreas adicionales, la corteza motora (CM), somatosensorial (SI), la corteza de asociación temporal y la corteza de asociación parietal ($p < 0,05$). Al analizar los grupos OD y pacientes desdentados no rehabilitados (OE), en el primer grupo adicionalmente se activó bilateralmente la corteza prefrontal, corteza motora suplementaria (CMS), ínsula (INS), circunvolución del cíngulo, putamen, sustancia negra de los ganglios basales, núcleo posteromedial ventral (PMV) y núcleo ventral lateral del tálamo, amígdalas y corteza cerebelosa, por otro lado, en el grupo OE se reclutaron áreas más pequeñas en el CM, SI, área de Brodmann y corteza prefrontal que en el grupo OD. El área dorsolateral de la corteza prefrontal se activa tanto en los grupos OD como en el grupo de pacientes ancianos portadores de prótesis (OEd), pero no se activa en caso del grupo OE. Comparando el grupo OD con el OEd, se demostró que las áreas activadas eran diferentes en SI, CM, CMS, PMV, ganglios basales e ínsula. La presencia de dentadura postizas mejoró la conectividad en los ganglios basales, SMC, cerebelo y corteza prefrontal dorsolateral (CPFDL) ($p < 0,05$). Además,

mejoró la conectividad del putamen con CMS y la corteza cingulada, pero disminuyó la conectividad al núcleo ventrolateral en el tálamo.

Los resultados proporcionados por Lin et al⁸⁸., sugieren que, en paciente con deterioro cognitivo, el número de dientes faltantes se correlacionó negativamente con el rendimiento masticatorio ($\rho = -0,57$; p valor $<0,01$). Al mismo tiempo, la media regional del volumen de materia gris en la corteza premotora derecha se correlacionó negativamente con el número de dientes faltantes, en el grupo de pacientes con deterioro cognitivo ($\rho = -0,43$; p valor $<0,05$), mientras que, en el grupo sin deterioro cognitivo, esta correlación fue positiva ($\rho = 0,10$; p valor $=0,58$). El modelo de regresión reveló que, en pacientes sin deterioro cognitivo, el volumen de materia gris en la zona derecha de la corteza motora prefrontal predijo significativamente el rendimiento masticatorio individual ($p < 0,05$).

Referente al estudio de De Cicco et al.⁸² todos los sujetos analizados en la condición sin corona (sin el 1er y 2do molar unilateral), desarrollaron una actividad electromiografía (EMG) asimétrica de los músculos masticatorios y en el tamaño de las pupilas, durante la mordida, donde el lado de la pupila más grande siempre correspondía al lado de la actividad EMG más alta. La colocación de la corona redujo en gran medida ($p < 0,0005$) la diferencia EMG entre el lado midriático (mayor actividad EMG) y el lado miótico (menor actividad EMG).

6. Discusión

Todos los estudios anteriormente mencionados, han intentado establecer la asociación entre la pérdida dentaria y el deterioro del control motor, sin embargo, muchos de ellos son controversiales debido a que existe escasa evidencia, información y estudios respecto a esta línea investigativa. A pesar de que los estudios son poco concluyentes debido a la dificultad que se tiene para realizar su fase clínica y la aplicación de diferentes metodologías y por ende, la extrapolación de los resultados, igual se logra

dilucidar que es probable que dicha relación entre el edentulismo y el deterioro del control motor, exista.

La forma de evaluar el control motor varía entre los estudios, ya que en algunos de ellos se ve desde el ámbito muscular/eficiencia masticatoria, mientras que otros son abordados desde el aspecto cerebral, relacionado al flujo sanguíneo cerebral, concentración de oxi-Hb, cambios de volumen o zona de activación específica frente a alguna tarea, ya que si bien, todos estos parámetros mencionados, tienen relación con el control motor, no permiten realizar una comparación directa entre los resultados de los estudios. Se requiere unificar la forma o el método para evaluar el control motor, ya que de esta manera se podrían realizar amplias comparaciones entre los diversos estudios que existen en la literatura.

En primer lugar, Narita et al.⁸⁵, Kamiya et al.⁸³ y De Cicco et al.⁸², dentro de su estudio evalúan la actividad EMG de los músculos masticatorios a través de electrodos de superficie, coincidiendo en que la condición de edentulismo genera alteraciones en el reclutamiento de potenciales de acción de unidades motoras, pues se registraron diferencias significativas en los registros musculares durante la masticación en relación al promedio de área reclutada. Por su parte, Narita et al.⁸⁵ y Kamiya et al.⁸³ demuestran que la actividad EMG presenta un aumento frente al uso de prótesis. Sumado a esto, De Cicco et al.⁸² agrega que la rehabilitación (uso de coronas), reduce las diferencias EMG y, además, indica que la duración del ciclo de actividad muscular aumenta en desdentados. Respecto a este punto, el estudio de Salonen et al.⁹⁰ sustenta los resultados obtenidos en estos tres estudios, donde también evaluaron los cambios de la actividad EMG de los músculos masticatorios (masetero y temporal) previo y posterior a la rehabilitación protésica en una población adulta, demostrando que al rehabilitar existe un aumento positivo de la actividad EMG especialmente al morder en la posición intercuspídea máxima, mientras que en caso de rehabilitaciones inestables o en mal estado, esta actividad se mantenía similar a los valores de un paciente desdentado.

Dos de los siete estudios seleccionados (Narita et al.⁸⁵ y Kamiya et al.⁸³), dentro de su fase de evaluación clínica de los participantes, incluyen la evaluación de la fuerza oclusal, y en ambos, esta fue significativamente menor para la pérdida de dientes. Estos hallazgos son comparables con los resultados encontrados en el reciente estudio de Manzon et al.⁹¹, el cual no fue incluido dentro de este trabajo ya que ha sido publicado después del proceso de búsqueda y cribado, donde se postula que el uso de prótesis mejora la fuerza máxima de mordida, en comparación con pacientes edéntulos, mientras que la fuerza de mordida en sujetos con dentición completa natural, es mayor. Este último estudio presenta resultados más concluyentes, dado que tiene una muestra de estudio más amplia, con similar cantidad de hombres y mujeres, y presenta claramente los criterios de inclusión y exclusión, en comparación a los estudios de Narita et al.⁸⁵ y Kamiya et al.⁸³ Además, estos últimos dos estudios, incluyen en su evaluación el análisis de los valores de [Oxi-Hb], donde se encontró un aumento de estos, los cuales eran significativos respecto de la hemoglobina oxigenada en los pacientes rehabilitados con prótesis, en zonas de la corteza prefrontal al momento de efectuar la masticación. Es por esto, que se recomienda el uso de prótesis en pacientes desdentados, ya que de esta manera se entiende que se lograría mejorar la activación de la zona prefrontal, actividad muscular, sensoriomotora y el rendimiento masticatorio. La corteza prefrontal es responsable de la memoria de trabajo, procesamiento temporal, flexibilidad, toma de decisiones, preparación y ejecución de los movimientos, por lo cual, una disminución del flujo sanguíneo a nivel de esta zona podría afectar negativamente en dichas actividades.

Goto et al.⁸⁴ fue el único en evaluar el flujo sanguíneo, donde pacientes dentados totales y jóvenes, presentaban mayor flujo sanguíneo cerebral en comparación a ancianos y rehabilitados.

Por otro lado, Kobayashi et al. (2018)⁸⁶ y Lin et al.⁸⁸, evalúan a través de imágenes el volumen intracraneal de sustancia blanca y gris. Donde Kobayashi et al.⁸⁶ encontró atrofia de la sustancia gris en el hipocampo, núcleo caudado y polo temporal del hemisferio derecho, siendo esta reducción significativa en sujetos desdentados en

comparación a dentados. Por otro lado, Lin et al.⁸³ concluye que el volumen de materia gris de la corteza motora prefrontal derecha, podría predecir el rendimiento masticatorio en el grupo sin deterioro cognitivo, sin verse afectado por el número remanente de dientes. Mientras que, en el grupo con deterioro, el rendimiento masticatorio no se asocia con el volumen de materia gris, pero sí se revela que el número de dientes es un factor relevante para el rendimiento. En este ámbito se encuentra el estudio de cohorte de Dintica et al.⁹² realizado sobre una población de adultos mayores de 60 años mediante un seguimiento de 9 años, donde se mostró una asociación significativa entre la pérdida de dientes respecto al menor volumen cerebral total y volumen de materia gris, sin embargo, los resultados de estos análisis exploratorios de resonancia magnética deben interpretarse con precaución, ya que los datos eran de tipo transversales. Una posible vía en la relación entre la pérdida de dientes, el deterioro cognitivo y la atrofia cerebral se basa en la idea de una disminución de la estimulación sensorial a través de la masticación, por ejemplo, modelos en animales con edentulismo muestran una reducción en la estimulación sensorial inducida por la masticación, así como un volumen reducido, en regiones corticales del cerebro involucradas en funciones somatosensoriales, motoras, cognitivas y emocionales, lo cual puede conducir a la neurodegeneración, reducción de la neurogénesis y, en última instancia, deterioro cognitivo⁹³.

Kobayashi et al. (2020)⁸⁷ fue el único estudio donde se evaluó específicamente el sitio cerebral activado frente a una tarea, los cuales fueron diferentes entre los grupos. En el grupo desdentado no se activó el área dorsolateral de la corteza prefrontal, por lo que se podrían encontrar disminuidas alguna de sus funciones, como: el mantenimiento y regulación de arriba hacia abajo de respuestas frente a la realización de una tarea específica y procesos cognitivos como la atención, la codificación de valores, creatividad, regulación emocional, entre otros⁹⁴. Continuando con el estudio se reclutaron menores áreas cerebrales en comparación al grupo dentado y rehabilitado, lo que podría significar una disminución notoria en la calidad en la ejecución de una tarea específica. También, el estudio revela que la restauración de

la oclusión mediante prótesis mejora la conectividad cerebral con zonas como ganglios basales, CMS, PMV, CPFDL y putamen, sin embargo, no logran el mismo nivel de conectividad que una oclusión completa natural. Al mismo tiempo, respecto a este punto, en el estudio de Lida et al.⁹⁵ en pacientes sanos se encuentra que frente a la realización y/o simulacro de tareas como el golpeteo de los dientes, se activan las zonas bilaterales de CMS y la corteza motora sensorial. Y a su vez Takada et al.⁹⁶ demuestra que, en pacientes sanos, al realizar una tarea de masticación de forma rítmica aumenta considerablemente la actividad de la CPFDL. Los estudios en animales de Masuda et al.⁹⁷ han demostrado que existe un patrón neural rítmico intrínseco en los diferentes componentes de la corteza el cual coordina los movimientos de la mandíbula. Al mismo tiempo, es importante destacar que los modelos en animales en los estudios de Ebbesen et al.⁹⁸ han revelado que una lesión aguda en la corteza motora son principalmente debilidad muscular y disminución del movimiento, en contraste los efectos de una lesión crónica tienden a ser principalmente una hipertonia espástica.

Cabe destacar que la pérdida dentaria conlleva la pérdida del ligamento periodontal, mecanorreceptor que comunica, por medio de la vía trigeminal, la cavidad oral con los centros cerebrales; permite transmitir información sensorial hacia la corteza somatosensorial y al mismo tiempo se integra con otros centros corticales motores, permitiendo así generar una respuesta a nivel muscular³⁶. Dentro de esta relación que se ha intentado establecer entre el ligamento periodontal y los centros corticales, existen estudios que han demostrado que los sujetos con mayor pérdida dentaria y aquellos que presentan dificultad masticatoria, tienen mayor probabilidad de deterioro cognitivo⁹⁹. Por ejemplo, en un estudio de cohorte de Saito et al.⁸, donde se ha concluido que aquellos pacientes con 0-9 dientes, tenían más probabilidades de desarrollar deterioro cognitivo que aquellos con 10 o más dientes, por lo que la pérdida dentaria podría ser un factor predictivo o de riesgo para el deterioro cognitivo. Otros autores como Kamalabadi et al.¹⁰⁰, concluyen que mientras mayor sea el índice COPD

(índice dental más importante para dientes cariados, perdidos y obturados), más graves son los trastornos cognitivos desarrollados.

Por su parte, la revisión bibliográfica realizada por Piacino et al.¹⁰¹, fue hecha en animales de laboratorio (ratas y ratones), para dilucidar el papel masticatorio a nivel cortical, ya sea en la red neuronal, en el comportamiento cognitivo o los efectos en el hipocampo. Para ello, se utilizaron 6 bases de datos para la búsqueda de artículos, se aplicaron filtros como 10 años de antigüedad e idioma inglés, se determinaron criterios de inclusión y exclusión de manera específica y además, utilizaron la pauta de evaluación SYRCLE Rob, para el análisis de riesgo de sesgo, la cual está confeccionada específicamente para análisis de sesgo en estudios de animales.

Todos los estudios mencionados, apuntan a que efectivamente existe una relación entre la pérdida dentaria y el deterioro cognitivo, lo cual podría significar que a nivel cortical ya no existe la misma actividad cerebral y comunicación neuronal y que, por consiguiente, la calidad de respuesta a nivel muscular y motora no sería la misma, en aquellos paciente edéntulos.

Se debe considerar que los adultos mayores por lo general no tienen una dentición natural completa, ya que a lo largo de su vida se han visto expuestos a diversas patologías como caries, enfermedad periodontal e infecciones, que traen como resultado la extracción dentaria. Es por esto, que en los estudios se incluyen grupos de sujetos edéntulos, sin embargo, no existe un consenso para la clasificación de estos, por lo que la comparación entre estudios se hace engorrosa y compleja. Junto con esto, el reemplazo de los dientes perdidos puede ser mediante implantes, prótesis fija, prótesis removible, etc., lo cual también complejiza el proceso de selección y comparación de los estudios, ya que son rehabilitaciones que tienen un funcionamiento distinto a nivel biomecánico. Se debe tener en cuenta también que las edades de los estudios utilizados en esta revisión son variados y al no ser grupos homogéneos hace difícil la comparación por sexo y edad, lo cual no permitiría tener una apreciación respecto a si existe una diferencia entre hombres y mujeres.

Sumado a lo anterior se debe tener en cuenta que la cobertura dental a las personas es diferente en cada país, por ende, tienen diferente acceso y disponibilidad a los tratamientos médicos y dentales, siendo esto relevante para los estudios que se realizan dependiendo del país de origen y las políticas públicas implementadas en cada uno de ellos, para su posible comparación o implementación en otros.

En Chile está presente el programa para adultos mayores, GES para mayores de 60 años, que permite el acceso a la atención médica y dental incluyendo la rehabilitación protésica. La medida tuvo un costo de 800 millones de pesos y favorece a cerca de 130 mil personas, de las cuales el 52% son mujeres. (FONASA, 2006).

Esto es de relevancia ya que los estudios muestran que este tipo de rehabilitación (prótesis dental) proporcionan un aumento en el flujo sanguíneo cerebral, referente a las zonas cerebrales encargadas del control del movimiento, por ende, permitirá una mejor calidad de vida de este grupo etario, ya que se sub entiende que al tener un mejor control motor, se evitan caídas y accidentes domésticos, de tal manera que se mejoran las actividades básicas e instrumentales de la vida cotidiana¹⁰², Jacobs et al¹⁰³. considera que el control motor implica la modulación cortical para integrar la retroalimentación sensorial necesaria para ejecutar ajustes posturales voluntarios, disminuyendo así el riesgo de caída.

Esto es importante ya que se debe considerar que en Chile la población de adultos mayores ha ido en aumento durante los años, debido a un proceso de transición demográfica, que se considerada avanzada, en donde esta población de adultos mayores, es decir, de 60 años y más, se proyecta que aumentará un 49%, dato importante ya que esta es una población que gasta el doble que lo que gasta el promedio de la población de Fonasa debido a que genera un aumento de la demanda en estos servicios, un mayor gasto asociado, derivado de la incapacidad producto de enfermedades crónicas y degenerativas¹⁰².

Sin embargo, se debe considerar que el gasto de un adulto mayor estimado al año 2020 era de MM\$ 1.998.698 siendo este gasto en salud un 29% del presupuesto total

en salud del país, de este total el programa GES de atención odontológica Integral Adulto de 60 años otorga un arancel de \$414.620, al año 2016 el gasto por beneficiario del programa sin gastos administrativos fue de 2.520.536.920, en donde 37.451 fue el total de prótesis removibles y endodoncias realizadas, teniendo un gasto por producto de 66.797 por prótesis removable en el sistema público¹⁰⁴. Esto significa que el número de prótesis realizadas respecto al total de la población adulta en el país es sumamente inferior, considerando además las largas listas de espera que se tiene para este tipo de tratamiento y que existe un alza de la población de mayor de 60 años. Si bien el costo de una prótesis removable es más elevado se debe tener en consideración que la idea central de esta revisión sistemática nos muestra que existirá una serie de beneficios para el adulto mayor al utilizar este tipo de rehabilitación, lo cual podría generar una disminución en otros gastos del sector salud, por ejemplo al evitar caídas, accidentes domésticos u otros, disminuyendo el uso de insumos y actividad de otros profesionales de la salud en APS u otros centros asistenciales. Respecto a las caídas, la población adulta se ve ampliamente afectada. En este aspecto se debe mencionar que, en Estados Unidos, el costo de hospitalización por caída es de 17.483 dólares americanos, abarcando desde la atención de emergencia hasta los cuidados durante la estadía¹⁰⁵. En Chile no se cuenta con registros respecto a estos valores. Esto, se compara con el precio que involucra la confección de una prótesis removable, la cual, como se mencionó anteriormente, es de 92,28 dólares, por persona, por lo cual el enfocarse en la prevención o en su defecto, en la rehabilitación oral de los adultos mayores, tiene una relación costo/beneficio favorable. El hecho de rehabilitar podría tener un impacto positivo, en comparación a las consecuencias mencionadas, en el presupuesto general de la salud pública, porque como se mencionó anteriormente las estimaciones del crecimiento de esta población van en aumento, según el INE al año 2020 los mayores de 60 años alcanzarán una población de 3,2 millones de personas, y que de no mediar una reforma previsional que mejore sustantivamente la tasa de reemplazo de las actuales pensiones, no resulta difícil predecir que más del 90% de los adultos mayores serán beneficiarios de FONASA en el año 2020.

Para el año 2020, Fonasa tiene 73,6 asegurados de 65 años y más por cada 100 menores de 15 años, siendo que a nivel nacional se estiman 63,1. Entre los años 2018 y 2030 se estima que la población, entre 40 y 59 años aumentarán 19,2%, entre 60 y 79 años aumentarán 44,9% y los mayores de 80 años aumentarán en 67,1%.¹⁰⁶

Particularmente, el gasto en adultos mayores aumentará un 50%, lo cual si no se toma como medida preventiva e integral la salud odontológica se podría transformar en un mayor costo limitando los beneficios que se pueden obtener al rehabilitar un paciente ya sea mediante el uso de prótesis u otras restauraciones dentales, esto significa que, con el envejecimiento de la población, se verá un efecto negativo tanto en el gasto de Fonasa como en la salud de las personas.¹⁰⁶

Por ende, es importante que la atención dental tenga un mayor realce en la salud integral del adulto mayor en conjunto con nuevas políticas públicas e ingreso de fondos al presupuesto nacional de salud.

Respecto a las enfermedades sistémicas ocurre algo similar a lo expuesto previamente, debido a que los adultos mayores suelen padecer enfermedades tales como hipertensión, diabetes, hipercolesterolemia, entre otros padecimientos que requieren un tratamiento farmacológico, el cual podría actuar como un factor de confusión en la realización de las pruebas. Sin ir más lejos, se ha descrito que los adultos mayores que padecen caídas tienen entre 3 a 4 enfermedades coexistentes, y que, dentro de los fármacos asociados a riesgo de caídas, se encuentran los hipotensores, beta bloqueadores, diuréticos, hipoglicemiantes, antidepresivos, hipnóticos, entre otros¹⁰⁷. Al igual que la polifarmacia, el deterioro cognitivo de los participantes, también ha resultado ser una condición que podría generar confusión en los resultados de este trabajo investigativo, ya que diversos estudios han demostrado que la pérdida dentaria estaría relacionada con el deterioro cognitivo, en la vejez.⁸

7. Conclusión

A partir de los estudios analizados en este trabajo de investigación, se logra establecer una posible relación entre la pérdida dentaria y el deterioro del control motor, en adultos mayores. Esta relación puede ser explicada debido a que en condición de edentulismo, se pierde el ligamento periodontal, el cual es un mecanorreceptor crucial para transmitir información sensorial por medio de la vía trigeminal a nivel cerebral, por lo tanto, en su ausencia se ven alterados factores como la actividad muscular, capacidad y eficiencia masticatoria, flujo sanguíneo y volumen cerebral en zonas motoras, cognitivas y emocionales, lo cual puede, como se mencionó, conducir a la degeneración neuronal y reducción de la neurogénesis, afectando a las actividades asociadas a estas zonas. Esto se condice con las investigaciones de Penfield et al. donde se demostró una representación medial-lateral de la sensación táctil periodontal en la corteza somatosensorial en humanos.

A partir de los estudios seleccionados en su mayoría no había una preferencia por el diseño de estudio, sin embargo, la mayoría presentó características de tipo experimental. Sumado a esto, estos estudios no presentaban muestras amplias ni homogéneas, tanto en sexo como edad. Finalmente, los estudios presentan un rango de evidencia actual no mayor a 5 años.

Los estudios presentados demuestran que la rehabilitación en desdentados ya sea mediante prótesis fija, removible o implantes, mejora los problemas mencionados anteriormente, sin embargo, los mejores resultados se muestran en quienes aún conservan su dentadura natural.

Al analizar los outcomes de los estudios se encontró que los diversos autores postulan, que en relación a la pérdida dentaria disminuye el flujo sanguíneo y actividad cerebral en distintas áreas cerebrales destacando la corteza prefrontal y zonas encargadas del control motor. Se encontró además atrofia de sustancia gris y al analizar los resultados estos

mostraron que existe un menor rendimiento masticatorio en conjunto con una baja en la actividad muscular de los adultos mayores en condición edéntula.

Frente a lo mencionado, es de suma importancia tener buena salud oral, ya que, ante situaciones críticas, de mala salud oral e irreversibilidad, la acción clínica a realizar es la extracción dentaria, lo cual trae una serie de consecuencias tanto en el corto como en el largo plazo, que pueden impactar profundamente en la vida de los individuos, como por ejemplo en su capacidad para alimentarse, comunicarse, desenvolverse socialmente, autoestima, entre otros aspectos que afectan a la calidad de vida de las personas. Es por esta razón, que los profesionales de la salud, especialmente los odontólogos, deben tener consciencia de la importancia de mantener una buena salud oral, prolongar el ciclo vital de los dientes y tener una mirada conservadora para abarcar y solucionar los casos clínicos. Al mismo tiempo, es recomendable abordar a los pacientes desde una mirada biopsicosocial, con el fin de lograr una población más saludable.

8. Limitaciones y sugerencias

Se requieren estudios adicionales para establecer una relación entre la pérdida dentaria y el deterioro cognitivo, para ello es necesario realizar estudios clínicos aleatorizados que tengan una muestra lo más amplia y homogénea posible, en cuanto a edad y condición sistémica. Al mismo tiempo, se deben realizar exámenes clínicos que miden un mismo parámetro de la misma forma, utilizando la misma clasificación y/o escala, con el objetivo de que los resultados sean lo más comparables y extrapolables posible.

Respecto a la pérdida dentaria, esta debe ser evaluada bajo una misma clasificación de edentulismo y utilizar la misma rehabilitación entre los participantes, mientras que el control motor debe ser evaluado con los mismos test clínicos.

Se sugiere realizar más estudios en Latinoamérica, específicamente en Chile, para obtener una mejor calidad y cantidad de evidencia científica respecto a la condición de los adultos mayores del país. De tal manera que sean una base científica confiable para la implementación o mejora de políticas públicas.

9. Bibliografía

1. Ministerio de Salud. Plan nacional de salud bucal 2018-2030. MINSAL. 2017 Dec (1): 11-16.
2. Red Transdisciplinaria sobre Envejecimiento, Unidad de Redes Transdisciplinarias, Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo, Universidad de Chile (2019). Policy paper “Salud oral en personas mayores: un desafío multidimensional para Chile”. Policy paper N°2. Serie Envejecimiento. Santiago, Chile: Universidad de Chile.
3. Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor Control: Translating research into clinical practice. 5ª ed. Philadelphia: Wolters Kluwer; 2017.
4. Grimm A, Eckert A. Brain aging and neurodegeneration: from a mitochondrial point of view. J Neurochem. 2017 Nov;143(4):418-31.
5. Mattson MP, Arumugam TV. Hallmarks of Brain Aging: Adaptive and Pathological Modification by Metabolic States. Cell Metab. 2018 Jun 5;27(6):1176-99
6. Isaev NK, Stelmashook EV, Genrikhs EE. Neurogenesis and brain aging. Rev Neurosci. 2019 Jul 26;30(6):573-80.
7. Liu Y, Chan JS, Yan JH. Neuropsychological mechanisms of falls in older adults. Front. aging neurosci. 2014 Abr 6; (64): 1-8.
8. Saito S, Ohi T, Murakami T, Komiyama T, Miyoshi Y, Endo K, et al. Association between tooth loss and cognitive impairment in community-dwelling older Japanese adults: a 4-year prospective cohort study from the Ohasama study. BMC Oral Health. 2018 Dic; 18 (1): 142.
9. SENAMA. Servicio Nacional del Adulto Mayor [Internet]. senama.gob.cl. 2020. Disponible en: <http://www.senama.gob.cl/servicio-nacional-del>

adultomayor#:~:text=La%20Ley%20N%C2%BA%2019.828%20que,las%20personas%20mayores%20del%20pa%C3%ADs.

10. Petersen PE, Yamamoto T. Improving the oral health of older people: the approach of the WHO Global Oral Health Programme. Community Dent Oral Epidemiol. 2005 Feb; 33(2): 81-92.
11. Instituto Nacional de Estadística. Esperanza de vida [Internet]. INE.cl. 2020. Disponible en: <https://www.ine.cl/ine-ciudadano/definiciones-estadisticas/poblacion/esperanza-de-vida>
12. Instituto Nacional de Estadística. Demografía y Vitales [Internet]. INE.cl. 2020. Disponible en: <https://www.ine.cl/estadisticas/sociales/demografia-y-vitales>
13. Instituto Nacional de Estadística. Adultos mayores en Chile: ¿Cuántos hay? ¿Dónde viven? ¿Y en qué trabajan? [Internet]. INE.cl. 2020. Disponible en: <https://www.ine.cl/prensa/2020/04/15/adultos-mayores-en-chile-cu%C3%A1ntos-hay-d%C3%B3nde-viven-y-en-qu%C3%A9-trabajan>
14. División observatorio social; subsecretaría de evaluación social; Gobierno de Chile. Documento de resultados: personas mayores, envejecimiento y cuidados [Internet]. Observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl. 2020 [cited 18 November 2020]. Disponible en: http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/documentos/Documento_de_resultados_Personas_mayores_envejecimiento_y_cuidados_31.07.2020.pdf
15. Arteaga O, Urzúa I, Espinoza I, Muñoz A, Mendoza C. Prevalencia de caries y pérdida de dientes en población de 65 a 74 años de Santiago, Chile. Rev Clínica Periodoncia Implantol Rehabil Oral. 2009 Nov; 2(3):161-6.
16. Subsecretaría de salud pública; División de prevención y control de enfermedades; Departamento ciclo vital; Ministerio de salud; Gobierno de Chile. Actualización manual de geriatría para médicos [Internet]. Minsal.cl. 2019. Disponible en: https://www.minsal.cl/wp-content/uploads/2019/08/2019.08.13_MANUAL-DE-GERIATRIA-PARA-MEDICOS.pdf
17. Subsecretaría de salud pública; División de prevención y control de enfermedades; Departamento de salud bucal; Ministerio de salud; Gobierno de Chile. Guía clínica

- AUGE; Salud oral integral para adultos de 60 años: prevención y tratamiento de caries radiculares [Internet]. Bibliotecaminsal.cl. 2015. Disponible en: <http://www.bibliotecaminsal.cl/wp/wp-content/uploads/2016/04/Salud-Oral-Integral-para-adultos-de-60-a%C3%B1os-radicular.pdf>
18. Mariño RJ, Fu CS, Giacaman RA. Prevalence of root caries among ambulant older adults living in central Chile. *Gerodontology*. 2015 Jun; 32 (2): 107-14.
 19. Manual de Aplicación del Examen de Medicina Preventiva del Adulto Mayor, Programa de Salud del Adulto Mayor División de Prevención y Control de Enfermedades Subsecretaría de Salud Pública
 20. Lin CS. Revisiting the link between cognitive decline and masticatory dysfunction. *BMC Geriatr*. 2018 Jan; 18(1) :5.
 21. Hernández N, Álvarez G, Bravo F, Vieira J, Reina E, Herrera JE. Validación de la prueba de Romberg Modificada para la determinación del tiempo de propiocepción inconsciente en adultos sanos. *Rev Colomb Ortop Traumatol*. 2018 Feb; 32(2):93-9.
 22. Lluch A, Salva G, Esplugas M, Llusá M, Hagert E, Elias MG. El papel de la propiocepción y el control neuromuscular en las inestabilidades del carpo. *Rev Iberoam Cir Mano*. 2015 May;43(1):70-8.
 23. Josa S. Mecanorreceptores y sensibilidad propioceptiva de la rodilla. *Biomecánica*. 1996; 4(6):42-50.
 24. Moore J. The Golgi Tendon Organ: A Review and Update. *Am J Occup Ther*. 1984 Apr; 38 (4): 227-36.
 25. Ariznavarreta C, Cachafeiro V, Cardinali D, Escrich EE, Gil P, Lahera JV, et al. *Fisiología Humana*. 3ª ed. Madrid: J.A.F Tresguerres; 2005.
 26. Moreno F. Descripción histológica del huso neuromuscular. *Salutem Scientia Spiritus*. 2015 Abr; 1 (1):48-52.
 27. Mencía A, Barata D, Durán A. Relación entre oclusión y postura. Modelos de regulación. *Rev Gaceta Dental*. 2007 Nov; 186(1): 140-52.

28. Rodríguez X. Propiocepción del Ligamento Periodontal [Tesis de magíster]. Oviedo: Repositorio Institucional de la Universidad de Oviedo, Universidad de Oviedo: 2012.
29. Piancino MG, Isola G, Cannavale R, Cutroneo G, Vermiglio G, Bracco P, et al. From periodontal mechanoreceptors to chewing motor control: A systematic review. *Arch Oral Biol.* 2017 Jun; 78(1):109-21.
30. Mizraji M, Ingver C, Kolenc F. Neurofisiología de los mecanorreceptores periodontales humanos. *Actas Odontol. UdeLaR.* 2005 Jun; 2 (1): 51-8.
31. Avivi-Arber L, Martin R, Lee JC, Sessle BJ. Face sensorimotor cortex and its neuroplasticity related to orofacial sensorimotor functions. *Arch Oral Biol.* 2011 Sep; 56 (12): 1440-65.
32. Dubner R, Sessle BJ. *The Neural Basis of Oral and Facial Function.* Plenum Press. 1978 Sep; 483.
33. Dessem D, Moritani M, Ambalavanar R. Nociceptive craniofacial muscle primary afferent neurons synapse in both the rostral and caudal brain stem. *J Neurophysiol.* 2007 May; 98 (1) :214-23.
34. Cody FW, Lee RW, Taylor A. A functional analysis of the components of the mesencephalic nucleus of the fifth nerve in the cat. *J Physiol.* 1972 Oct; 226 (1):249-61.
35. Dzielak D. El sistema nervioso: C. Neurofisiología motora e integradora. En: Guyton & Hall. *Compendio de Fisiología médica.* 12ª ed. Barcelona. Elsevier; 2012: 418-46.
36. Grigoriadis J, Kumar A, Svensson P, Svensson K, Trulsson M. Perturbed oral motor control due to anesthesia during intraoral manipulation of food. *Sci Rep.* 2017 Abr; 7 (1):1-9.
37. Porcaro C, Mayhew S, Bagshaw A. Role of the Ipsilateral Primary Motor Cortex in the Visuo-Motor Network During Fine Contractions and Accurate Performance. *Int J Neural Syst.* 2021 Feb; 2150011(1):1-17
38. Cullen KE. The vestibular system: multimodal integration and encoding of self-motion for motor control. *Trends Neurosci.* 2012 Apr; 35(3):185-96.

39. Omidvar S, Jafari Z. Association Between Tinnitus and Temporomandibular Disorders: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 2019 Jul;128(7):662-75.
40. Gutiérrez VL, León RA, Castillo DE. Edentulismo y necesidad de tratamiento protésico en adultos de ámbito urbano marginal. *Rev Estomatol Herediana*. 2015 Jul; 25 (3): 179-86.
41. Poveda AP. Prevalencia de pacientes edéntulos parciales según la clasificación de Kennedy en Hospital: Jacobo & María Ratínoff. [Tesis de Pregrado]. Guayaquil: Repositorio Digital UCSG, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil; 2016.
42. Huamanciza EE, Chávez L, Chacón PR, Ayala de la Vega G. Tipo de edentulismo parcial bimaxilar y su asociación con el nivel socioeconómico-cultural. *Rev haban cienc méd*. 2019 Abr; 18 (2) :281- 87.
43. Miller EL. Systems for classifying partially dentulous arches. *J Prosthet Dent*. 1970 Jul; 24 (1): 25-40.
44. Ikebe K, Matsuda K, Murai S, Maeda Y, Nokubi T. Validation of the Eichner index in relation to occlusal force and masticatory performance. *Int J Prosthodont*. 2010 Dic; 23 (6): 521-4.
45. Cano DN. Determinación de piezas dentarias perdidas y brechas edéntulas a restaurar en una población adulta de trabajadores de una empresa petrolera de la provincia de Talara en el año 2009 [Tesis de Pregrado]. Lima: Facultad de estomatología Roberto Beltrán, Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2010.
46. Klineberg I, Murray G. Osseoperception: Sensory Function and Proprioception. *Adv Dent Res*. 1999 Jun; 13 (1) :120-9.
47. Sessle BJ, Adachi K, Avivi-Arber L, Lee J, Nishiura H, Yao D, et al. Neuroplasticity of face primary motor cortex control of orofacial movements. *Arch Oral Biol*. 2007 Apr; 52 (4): 334-7.
48. Lee B-C, Choi J, Martin BJ. Roles of the prefrontal cortex in learning to time the onset of pre-existing motor programs. *PLOS ONE*. 2020 Nov; 15 (11):1-14.
49. Carlén M. What constitutes the prefrontal cortex?. *Science*. 2017 Oct; 358 (6362): 478-82.

50. Ono Y, Noah J, Zhang X, Nomoto Y, Suzuki T, Shimada S, et al. Motor learning and modulation of prefrontal cortex: an fNIRS assessment. *J Neural Eng.* 2015 Sep; 12(6): 1-13.
51. Ott T, Nieder A. Dopamine and Cognitive Control in Prefrontal Cortex. *Trends Cogn Sci.* 2019 Mar; 23(3):213-34.
52. Rudebeck PH, Rich EL. Orbitofrontal cortex. *Curr Biol.* 2018 Sep; 28 (18): 1083-88.
53. Kadohisa M, Rolls E, Verhagen JV. Orbitofrontal cortex: neuronal representation of oral temperature and capsaicin in addition to taste and texture. *Neuroscience.* 2004 Apr; 127(1):207-21.
54. Rolls ET. The affective and cognitive processing of touch, oral texture, and temperature in the brain. *Neurosci Biobehav Rev.* 2010 Feb; 34 (2) : 237-45.
55. Cao N, Pi Y, Liu K, Meng H, Wang Y, Zhang J, et al. Inhibitory and facilitatory connections from dorsolateral prefrontal to primary motor cortex in healthy humans at rest - An rTMS study. *Neurosci Lett.* 2018 Nov; 687(1): 82-7.
56. Yarrow K, Brown P, Krakauer JW. Inside the brain of an elite athlete: the neural processes that support high achievement in sports. *Nat. Rev. Neurosci.* 2009 Jul; 10 (1): 585-96.
57. Cohen O, Sherman E, Zinger N, Perlmutter S, Prut Y. Getting ready to move: transmitted information in the corticospinal pathway during preparation for movement. *Curr Opin Neurobiol.* 2010 Dic; 20 (6): 696-703.
58. Oldrati V, Patricelli J, Colombo B, Antonietti A. The Role of Dorsolateral Prefrontal Cortex in Inhibition Mechanism: A Study on Cognitive Reflection Test and Similar Tasks through Neuromodulation. *Neuropsychologia.* 2016 Oct; 91 (1): 499-508.
59. Rolls ET. The cingulate cortex and limbic systems for emotion, action, and memory. *Brain struc funct.* 2019 Dic ; 224(9) :3001-18.
60. Paus T. Primate anterior cingulate cortex: Where motor control, drive and cognition interface. *Nat Rev Neurosci.* 2001 Jun; 2 (6) :417-24.
61. Kenyon LK, Blackinton MT. Applying motor-control theory to physical therapy practice: a case report. *Physiother Can.* 2011 Aug; 63 (3) :345-54.

62. Cano de la Cuerda R, Molero A, Carratalá M, Alguacil I, Molina F, Miangolarra JC, et al. Teorías y modelos de control y aprendizaje motor. Aplicaciones clínicas en neurorrehabilitación. *Neurología*. 2015 Feb; 30 (1): 32-41.
63. Higaki N, Goto T, Ichikawa T. Periodontal tactile input activates the prefrontal cortex. *Sci Rep*. 2016 Nov; 6(1):1-8.
64. Miller EK, Cohen JD. An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annu Rev Neurosci*. 2001;24:167-202.
65. Kishimoto T, Goto T, Ichikawa T. Prefrontal cortex activity induced by periodontal afferent inputs downregulates occlusal force. *Exp Brain Res*. 2019 Aug; 237 (1): 2767–74.
66. Batty GD, Li Q, Huxley R, Zoungas S, Taylor BA, Neal B, et al. Oral disease in relation to future risk of dementia and cognitive decline: prospective cohort study based on the Action in Diabetes and Vascular Disease: Preterax and Diamicron Modified-Release Controlled Evaluation (ADVANCE) trial. *Eur psychiatry*. 2013 Jan ;28 (1):49-52.
67. Mattson MP, Arumugam TV. Hallmarks of Brain Aging: Adaptive and Pathological Modification by Metabolic States. *Cell Metab*. 2018 Jun ;27(6):1176-99.
68. Grimm A, Eckert A. Brain aging and neurodegeneration: from a mitochondrial point of view. *J Neurochem*. 2017 Nov ;143 (4):418-31.
69. Oue H, Miyamoto Y, Okada S, Koretake K, Jung C, Michikawa M, et al. Tooth loss induces memory impairment and neuronal cell loss in APP transgenic mice. *Behav Brain Res*. 2013 sep; 252 (1): 318-25
70. Komiyama T, Ohi T, Miyoshi Y, Murakami T, Tsuboi A, Tomata Y, et al. Association Between Tooth Loss, Receipt of Dental Care, and Functional Disability in an Elderly Japanese Population: The Tsurugaya Project. *J Am Geriatr Soc*. 2016 Dec;64(12):2495-502.
71. Welmer A, Rizzuto D, Parker M, Xu W. Impact of tooth loss on walking speed decline over time in older adults: a population-based cohort study. *Aging Clin Exp Res*. 2017 Aug; 29(4):793-800.

72. Higgins JPT, Green S (editors). Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions Version 5.1.0 [updated March 2011]. The Cochrane Collaboration, 2011. Available from www.cochrane-handbook.org.
73. Ghai S, Ghai I, Effenberg A. Effect of rhythmic auditory cueing on aging gait: a systematic review and meta-analysis. *Aging Dis.* 2018 oct;9(5):901-23.
74. Hu H, Lee Y, Lin S, Chou Y, Chung D, Huang N, et al. Association between tooth loss, body mass index, and all-cause mortality among elderly patients in taiwan. *Medicine.* 2015 sept; 94(39):1-8.
75. Kato H, Takahashi Y, Iseki C, Igari R, Sato H, Koyama S, et al. Tooth loss-associated cognitive impairment in the elderly: a community-based study in japan. *Intern Med.* 2019 May; 58(10):1411-16.
76. Moran R, Symmonds M, Dolan R, Friston K. The brain ages optimally to model its environment: evidence from sensory learning over the adult lifespan. *PloS Comput Biol.* 2014 Jan;10(1):1-9.
77. Shea B, Reeves B, Wells G, Thuku M, Hamel M, Moran J, et al. Amstar 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non randomised studies of healthcare interventions, or both. *BMJ.* 2017 Sept;358(1): 1-9.
78. Sterne JAC, Savović J, Page MJ, Elbers RG, Blencowe NS, Boutron I, et al. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *Bmj.* 2019 Aug; 142(3): 201-10
79. Vandevoorde K, Orban de Xivry JJ. Internal model recalibration does not deteriorate with age while motor adaptation does. *Neurobiol Aging.* 2019 Jun;80(1):138-53.
80. Wolpe N, Ingram JN, Tsvetanov KA, Geerligs L, Kievit RA, Henson RN, et al. Ageing increases reliance on sensorimotor prediction through structural and functional differences in frontostriatal circuits. *Nat Commun.* 2016 May;7(1):1-11.
81. Byron C. Wallace, Kevin Small, Carla E. Brodley, Joseph Lau and Thomas A. Trikalinos. Deploying an interactive machine learning system in an evidence-based practice center: abstrackr. In *Proc. of the ACM International Health Informatics Symposium (IHI)*; 2012:819-24.

82. De Cicco V, Barresi M, Tramonti M, Cataldo E, Parisi V, Manzoni D. Oral Implant-Prostheses: New Teeth for a Brighter Brain. *PloS ONE*. 2016 Feb; 11(2):1-21
83. Kamiya K, Narita N, Iwaki S. Improved Prefrontal Activity and Chewing Performance as Function of Wearing Denture in Partially Edentulous Elderly Individuals: Functional Near-Infrared Spectroscopy Study. *PloS One*. 2016 Jun; 11(6): 11-21.
84. Goto T, Higaki N, Kishimoto T, Tomotake Y, Ichikawa T. Does Periodontal Tactile Input Uniquely Increase Cerebral Blood Flow in the Prefrontal Cortex?. *Brain Sci*. 2020 Aug; 10(8):1-9.
85. Narita N, Ishi T, Iwaki S, Kamiya K, Okubo M, Uchida T, et al. Prefrontal Consolidation and Compensation as a Function of Wearing Denture in Partially Edentulous Elderly Patients. *Front Aging Neurosci*. 2020 Jan; 11(1): 1-15
86. Kobayashi T, Kubota M, Takahashi T, Nakasato A, Nomura T, Furuya J, et al. Effects of tooth loss on brain structure: a voxel-based morphometry study. *J Prosthodont Res*. 2018 Jul; 62(3):337-41.
87. Kobayashi T, Fukami H, Ishikawa R, Shibata K, Kubota M, Kondo H, et al. An fMRI Study of the Brain Network Involved in Teeth Tapping in Elderly Adults. *Front Aging Neurosci*. 2020 March; 12(1):1-17.
88. Lin C, Lin H, Wang S, Fuh J. Association between regional brain volume and masticatory performance differed in cognitively impaired and non-impaired older people. *Exp Gerontol*. 2020 Aug; 1 (1); 1-9.
89. Sterne J, Hernán M, Reeves B, Savović J, Berkman N, Viswanathan M, et al. ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomized studies of interventions. *BMJ* 2016 oct; 355(1): 1-53.
90. Salonen M, Raustia A, Huggare J. Changes in head and cervical-spine postures and EMG activities of masticatory muscles following treatment with complete upper and partial lower denture. *Cranio*. 1994 Oct; 12(4):222-6.
91. Manzon L, Vozza I, Poli O. Bite Force in Elderly with Full Natural Dentition and Different Rehabilitation Prosthesis. *Int J Environ Res Public Health*. 2021 Feb; 18(4):1-12.

92. Dintica C, Rizzuto D, Marseglia A, Kalpouzos G, Welmer A, Wårdh I, Bäckman L, Xu W. Tooth loss is associated with accelerated cognitive decline and volumetric brain differences: a population-based study. *Neurobiol. Aging*. 2018 Mar; 67(1):23-30.
93. Avivi-Arber L, Seltzer Z, Friedel M. Cambios volumétricos cerebrales generalizados después de la pérdida de dientes en ratones hembra. *Neuroanat delantero*. 2017 Jan; 10(1): 121.
94. Seminowicz D, Moayed M. The Dorsolateral Prefrontal Cortex in Acute and Chronic Pain. *J Pain*. 2017 Jun;18(9):1027-35.
95. Iida T, Sakayanagi M, Svensson P, Komiyama O, Hirayama T, Kaneda T, et al. Influence of periodontal afferent inputs for human cerebral blood oxygenation during jaw movements. *Exp Brain Res*. 2012 Feb; 216(3):375-84.
96. Takada T, Miyamoto T. A fronto-parietal network for chewing of gum: a study on human subjects with functional magnetic resonance imaging. *Neurosci Lett*. 2004 Apr;360(3):137-40.
97. Masuda Y, Tachibana Y, Inoue T, Iwata K, Morimoto T. Influence of oro-facial sensory input on the output of the cortical masticatory area in the anesthetized rabbit. *Exp Brain Res*. 2002 Oct; 146(4):501-10.
98. Ebbesen C, Brecht M. Motor cortex — to act or not to act? *Nature Reviews Neuroscience*. 2017 Oct;18(11):694-705.
99. Lexomboon D, Trulsson M, Wårdh I, Parker M. Chewing ability and tooth loss: association with cognitive impairment in an elderly population study. *J Am Geriatr Soc*. 2012 oct;60(10): 1951-56.
100. Kamalabadi Y, Sedigh S, Abbaslou M. The relationship between DMFT index and cognitive impairment: A descriptive cross-sectional study. *J Family Med Prim Care*. 2020 Aug; 9(8):4317-22
101. Piacino MG, Tortarolo A, Polimeni A, Bramanti E, Bramanti P. Altered mastication adversely impacts morpho-functional features of the hippocampus: A systematic review on animal studies in three different experimental conditions involving the masticatory function. *PLoS One*. 2020 Aug;15(8):1-22.

102. Departamento de estudios y desarrollo; Superintendencia de salud; Gobierno de Chile. Impacto del envejecimiento en el gasto en salud: Chile 2002-2020 [Internet]. Supersalud.gob.cl 2020. Disponible en: https://www.supersalud.gob.cl/documentacion/666/articles-4021_recurso_1.
103. Jacobs J, Horak F. Cortical control of postural responses. J Neural Transm. 2007 Apr; 114(10):1339-48.
104. Subsecretaría de redes asistenciales; Ministerio de salud; Gobierno de Chile. Informe final de evaluación de programas gubernamentales (EPG); programa de mejoramiento del acceso a la atención odontológica [Internet]. Dipres.gob.cl 2017. Disponible en: https://www.dipres.gob.cl/597/articles-163115_informe_final.
105. Roudsari B, Ebel B, Corso P, Molinari N, Koepsell T. The acute medical care costs of fall-related injuries among the U.S. older adults. Injury. 2005 Nov; 36 (11):1316-22.
106. Departamento de estudios y estadísticas; Gobierno de Chile. Informe CDD; Efectos del cambio demográfico en el gasto de Fonasa [Internet]. es.scribd.com 2020. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/481241407/Efecto-del-cambio-demografico-en-el-gasto-de-Fonasa-1>.
107. Gac H. Caídas en el adulto mayor. [Internet]. Medicina.uc.cl 2020 Disponible en: <https://medicina.uc.cl/publicacion/caidas-adulto-mayor/7/>.

ANEXOS

PUBMED

Componente de la pregunta de investigación	Búsqueda	Resultados
P	#1) "Elderly"[Title/Abstract] OR "Ageing"[Title/Abstract] OR "Older adults"[Title/Abstract] OR Aging [Mesh Terms] OR Aged, 80 and over [Mesh Terms] OR Aged [Mesh Terms] OR "Elderly Persons"[Title/Abstract] OR "Elderly patients"[Title/Abstract] OR Independent living [Mesh Terms] OR "Adult lifespan"[Title/Abstract] OR Middle aged [Mesh]	5371812
I	#2) Tooth Loss [Mesh Terms] OR "Remaining teeth"[Title/Abstract] OR oral health[MeSH Terms] OR "Edentulousness" [Title/Abstract] OR "Tooth loss" [Title/Abstract] OR Synesthesia [Mesh] OR "sensory experience"[Title/Abstract] OR Touch perception [Mesh Terms] OR Periodontal ligament/ physiology [Mesh Terms] OR "Periodontal tactile input" [Title/Abstract] OR "peripheral sensory information"[Title/Abstract]	32435
C		
O	#3) Search: Motor skills [Mesh Terms] OR Feedback, sensory [Mesh Terms] OR Task Performance [Mesh Terms] OR "Voluntary movement"[Title/Abstract] OR "Motor Control"[Title/Abstract] OR "Motor	885882

	Adaptation"[Title/Abstract] OR "Motor Function"[Title/Abstract] OR "Learned Movement"[Title/Abstract] OR "Motor Memory"[Title/Abstract] OR "Internal model recalibration"[Title/Abstract] OR Reaction time [Mesh Terms] OR sensorimotor cortex [Mesh Terms] OR motor cortex [Mesh Terms] OR Motor skills disorders [Mesh Terms] OR movement disorders [Mesh Terms] OR "Cognitive impairment"[Title/Abstract] OR Dementia/diagnosis [Mesh Terms] OR Cognition disorders [Mesh Terms] OR "Cognitive Dysfunction"[Mesh] OR "Accidental Falls"[Mesh] OR "Neuronal plasticity"[Title/Abstract] OR "Cortical responsivity"[Title/Abstract] OR "Cognitive decline"[Title/Abstract] OR Cerebral cortex [Mesh] OR Neuronal plasticity/ physiology [Mesh] OR Prefrontal cortex/ blood supply [Mesh Terms] OR Prefrontal cortex/ physiology [Mesh Terms] OR Cerebrovascular circulation [Mesh Terms] OR "Prefrontal cortex"[Title/Abstract] OR "gait velocity"[Title/Abstract] OR "stride length"[Title/Abstract] OR "Cadence"[Title/Abstract] OR "motor tasks"[Title/Abstract] OR "Brain ages"[Title/Abstract] OR "rhythmic auditory cueing"[Title/Abstract]	
	#1 AND #2 AND #3	587
	#1 AND #2 AND #3/ 5 years filter	205

Tabla III: Búsqueda avanzada realizada en PUBMED.

WOS

Componente de la pregunta de investigación	Búsqueda	Resultados
P	TI=(Elderly OR Ageing OR Older adults OR Elderly Persons OR Elderly patients OR Adult lifespan) OR AB=(Elderly OR Ageing OR Older adults OR Elderly Persons OR Elderly patients OR Adult lifespan) OR KP=(Aging OR "Aged, 80 and over" OR Aged OR Independent living OR Middle aged)	1.053.435
I	TI=(Remaining teeth OR Edentulousness OR Tooth loss OR sensory experience OR Periodontal tactile input OR peripheral sensory information) OR AB=(Remaining teeth OR Edentulousness OR Tooth loss OR sensory experience OR Periodontal tactile input OR peripheral sensory information) OR KP=(Tooth Loss OR oral health OR Synesthesia OR Touch perception OR Periodontal ligament/ physiology)	18.014

C		
O	TI=(Voluntary movement OR Motor Control OR Motor Adaptation OR Motor Function OR Learned Movement OR Motor Memory OR "Internal model recalibration" OR Cognitive impairment OR Neuronal plasticity OR Cortical responsivity OR Cognitive decline OR Prefrontal cortex OR gait velocity OR stride length OR Cadence OR "cognitive behavioral planning" OR motor tasks OR Brain ages OR "rhythmic auditory cueing") OR AB=(Voluntary movement OR Motor Control OR Motor Adaptation OR Motor Function OR Learned Movement OR Motor Memory OR "Internal model recalibration" OR Cognitive impairment OR Neuronal plasticity OR Cortical responsivity OR Cognitive decline OR Prefrontal cortex OR gait velocity OR stride length OR Cadence OR "cognitive behavioral planning" OR motor tasks OR Brain ages OR "rhythmic auditory cueing") OR KP=("Motor skills" OR Feedback, sensory OR Task Performance OR Reaction time OR sensorimotor cortex OR motor cortex OR Motor skills disorders OR movement disorders OR Dementia/diagnosis OR Cognition disorders OR Cognition	178.905

	dysfunction OR "Accidental Falls" OR Cerebral cortex OR Neuronal plasticity/ physiology OR Prefrontal cortex/ blood supply OR Prefrontal cortex/ physiology OR Cerebrovascular circulation)	
	#1 AND #2 AND #3	413

Tabla IV: Búsqueda avanzada realizada en WOS

SCOPUS

Componente de la pregunta de investigación	Búsqueda	Resultados
P	"Elderly" OR "Ageing" OR "Older adults" OR "Aging" OR "Aged 80 and over" OR "Aged" OR "Elderly Persons" OR "Elderly patients" OR "Independent living" OR "Adult lifespan" OR "Middle aged"	6,136,269
I	"Tooth Loss" OR "Remaining teeth" OR "oral health" OR "Edentulousness" OR "Tooth loss" OR "Synesthesia" OR "sensory experience" OR "Touch perception" OR	59,134

	"Periodontal ligament/physiology" OR "Periodontal tactile input" OR "peripheral sensory information"	
C		
O	"Reaction time" OR "sensorimotor cortex" OR "motor cortex" OR "motor cortex" OR "Motor skills disorders" OR "movement disorders" OR "Cognitive impairment" OR "Dementia/diagnosis" OR "Cognition disorders" OR "Cognition dysfunction" OR "Accidental Falls" OR "Neuronal plasticity" OR "Cortical responsivity" OR "Cognitive decline" OR "Cerebral cortex" OR "Neuronal plasticity" OR "physiology" OR "Prefrontal cortex" OR "blood supply" OR "Cerebrovascular circulation" OR "gait velocity" OR "Cadence" OR "cognitive behavioral planning" OR "motor tasks" OR "rhythmic auditory cueing" OR "brain ages"	2,624,631
	#1 AND #2 AND #3	2,422
	Filtro 5 años	888

Tabla V: Búsqueda avanzada realizada en SCOPUS.

LILACS

Componente de la pregunta de investigación	Búsqueda	Resultados
P	#1) (elderly) OR (ageing) OR (older adults) OR (mh:(aging)) OR (mh:(aged, 80 AND over)) OR (mh:(aged)) OR (elderly persons) OR (elderly patients) OR (mh:(independent living)) OR (adult lifespan) OR (brain ages) OR (mh:(middle aged)) OR (healthy young)	3628881
I	#2) (mh:(tooth loss)) OR (remaining teeth) OR (mh:(oral health)) OR (edentulousness) OR (tooth loss) OR (brain aging) OR (mh:(synesthesia)) OR (sensory experience) OR (mh:(touch perception)) OR (mh:(periodontal ligament)) OR (rhythmic auditory cueing) OR (periodontal tactile input) OR (peripheral sensory information)	94656
C		

O	#3) (mh:(cerebral cortex)) OR (mh:(neuronal plasticity)) OR (mh:(prefrontal cortex)) OR (mh:(cerebrovascular circulation)) OR (prefrontal cortex) OR (gait velocity) OR (stride length) OR (cadence) OR (motor task) OR (mh:(reaction time)) OR (mh:(sensorimotor cortex)) OR (mh:(motor cortex)) OR (mh:(motor skills disorders)) OR (mh:(movement disorders)) OR (cognitive impairment) OR (mh:(dementia)) OR (mh:(cognition disorders)) OR (mh:(accidental falls)) OR (neuronal plasticity) OR (cortical responsivity) OR (cognitive decline) OR (mh:(motor skills)) OR (mh:(feedback sensory)) OR (mh:(task performance)) OR (voluntary movement) OR (motor control) OR (motor adaption) OR (motor function) OR (learned movement) OR (motor memory) OR (internal model recalibration)	693435
	#1 AND #2 AND #3	49
	#1 AND #2 AND #3/ 5 years filter	22

Tabla VI: Búsqueda avanzada realizada en LILACS