

Trabajo de Fin de Máster

Máster de Prótesis, Implantoprótesis y Estética dental

APLICACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DEL BRUXISMO EN ADULTOS. REVISIÓN SISTEMATIZADA.

Madrid, año académico 2024/2025

Autor: Daniel Lerín Humada

Tutora: Nerea Urcelay Moreno

RESUMEN:

Introducción

El bruxismo es una actividad muscular masticatoria involuntaria que puede causar desgaste dental, dolor orofacial y disfunción temporomandibular. Las férulas oclusales son el tratamiento convencional más extendido, pero su eficacia a largo plazo es limitada. En este contexto, han surgido tecnologías como la inteligencia artificial, sensores portátiles, electromiografía de superficie ambulatoria y dispositivos de biofeedback, orientados a optimizar tanto el diagnóstico como el tratamiento.

Objetivos

Evaluar la eficacia, precisión diagnóstica y aplicabilidad clínica de las nuevas tecnologías en el manejo del bruxismo en adultos, en comparación con los métodos tradicionales.

Material y método

Se realizó una revisión sistematizada de la literatura siguiendo las directrices PRISMA. Se consultaron las bases de datos PubMed, Scopus y ScienceDirect. Se incluyeron 34 estudios publicados en los últimos 10 años que abordaban tecnologías aplicadas al diagnóstico o tratamiento del bruxismo.

Resultados

Las tecnologías emergentes, especialmente la electromiografía portátil combinada con algoritmos de inteligencia artificial, alcanzan sensibilidades y especificidades superiores al 90 %. Las férulas inteligentes con sensores y los sistemas de biofeedback han demostrado eficacia en la reducción de la actividad muscular y el dolor, con mayor grado de personalización y comodidad para el paciente.

Conclusiones

Las nuevas tecnologías ofrecen un enfoque diagnóstico y terapéutico más preciso, accesible y personalizado. No obstante, su implementación clínica requiere validación mediante estudios con muestras amplias y seguimiento a largo plazo.

Palabras clave

Bruxismo; Diagnóstico; Tratamiento; Inteligencia artificial; Biofeedback.

ABSTRACT:**Introduction**

Bruxism is an involuntary masticatory muscle activity that can lead to dental wear, orofacial pain, and temporomandibular dysfunction. Occlusal splints are the most widely used conventional treatment, although their long-term effectiveness is limited. In this context, technologies such as artificial intelligence, portable sensors, ambulatory surface electromyography, and biofeedback devices have emerged to optimize both diagnosis and treatment.

Objectives

To evaluate the efficacy, diagnostic accuracy, and clinical applicability of new technologies in the management of bruxism in adults, compared to traditional methods.

Material and Methods

A systematic review of the literature was conducted following PRISMA guidelines. The databases PubMed, Scopus, and ScienceDirect were searched. A total of 34 studies published in the last 10 years were included, focusing on technologies applied to the diagnosis or treatment of bruxism.

Results

Emerging technologies, particularly portable electromyography combined with artificial intelligence algorithms, showed diagnostic sensitivity and specificity exceeding 90%. Smart occlusal splints with integrated sensors and biofeedback systems demonstrated efficacy in reducing muscle activity and pain, with greater personalization and comfort compared to conventional approaches.

Conclusions

New technologies provide a more accurate, accessible, and personalized diagnostic and therapeutic approach. However, their widespread clinical implementation still

requires validation through high-quality studies with larger sample sizes and long-term follow-up.

Keywords

Bruxism; Diagnosis; Treatment; Artificial intelligence; Biofeedback.

ÍNDICE

1. Introducción.....	1
○ Etiología del Bruxismo.....	2
1. Factores fisiológicos y neuroquímicos.....	2
2. Factores psicosociales y ambientales.....	3
3. Posible influencia genética.....	3
4. Relación con otros trastornos médicos.....	3
○ Tratamiento.....	4
1. Férulas oclusales y dispositivos bucales.....	4
2. Terapias conductuales y <i>biofeedback</i>	8
3. Enfoques farmacológicos.....	8
4. Terapia Física.....	9
○ Aplicación de Nuevas Tecnologías en el Diagnóstico y Tratamiento.....	11
1. Avances en el monitoreo del bruxismo.....	11
2. Dispositivos electrónicos y sensores.....	12
3. Empleo de la inteligencia artificial como terapia.....	12
○ Diagnóstico del Bruxismo.....	13
1. Métodos de autoevaluación.....	13
2. Diagnóstico clínico.....	13
3. Evaluación ambulatoria.....	14
4. Polisomnografía (<i>Gold Standard</i>).....	14
2. Hipótesis.....	16
3. Objetivos.....	16
4. Material y Método.....	16
5. Resultados.....	21
6. Discusión.....	28
7. Limitaciones del estudio.....	36
8. Conclusiones.....	38
9. Bibliografía.....	39

Índice de tablas

Tabla I	Limitaciones de los métodos tradicionales en el diagnóstico y tratamiento del bruxismo-----	23
Tabla II	Nuevas tecnologías disponibles para el diagnóstico y tratamiento del bruxismo -----	24
Tabla III	Eficacia terapéutica de los tratamientos para el bruxismo en adultos ----	25

Índice de figuras

Figura 1	Férula Michigan colocada en boca-----	5
Figura 2	Plano de mordida anterior colocado en boca-----	5
Figura 3	Férula de reposicionamiento anterior-----	6
Figura 4	Plano de mordida posterior-----	6
Figura 5	Férula de distracción (pivotante)-----	6
Figura 6	Férula de goma blanda-----	7
Figura 7	Férula hidrostática-----	7
Figura 8	Flujograma PRISMA de selección de estudios -----	20

Índice de gráficos

Gráfico I	Comparación de precisión diagnóstica: nuevas tecnologías vs. métodos tradicionales -----	22
-----------	--	----

ÍNDICE DE SIGLAS

Sigla	Significado
AOS	Apnea Obstructiva del Sueño
ATM.....	Articulación Temporomandibular
BS.....	Bruxismo del Sueño
BTX-A.....	Toxina Botulínica tipo A
CNN.....	Red Neuronal Convolucional (<i>Convolutional Neural Network</i>)
DVO.....	Dimensión Vertical de Oclusión
EEG.....	Electroencefalograma
EMG.....	Electromiografía
EOG.....	Electrooculograma
ECG.....	Electrocardiograma
IA.....	Inteligencia Artificial
MENS.....	Estimulación Nerviosa de Microcorriente
PSG.....	Polisomnografía
RMMA.....	Actividad Muscular Masticatoria Rítmica
STAB.....	<i>Standardized Tool for the Assessment of Bruxism</i>
TCC.....	Terapia Cognitivo-Conductual
TENS.....	Estimulación Nerviosa Eléctrica Transcutánea

INTRODUCCIÓN:

El bruxismo se define como una actividad repetitiva de los músculos mandibulares, caracterizada por el apretamiento o rechinar dentario y/o por movimientos forzados de la mandíbula (1). Esta actividad puede manifestarse en dos formas principales: durante el sueño, denominada bruxismo del sueño (SB, por sus siglas en inglés), o durante la vigilia, conocida como bruxismo en vigilia (AB) (2).

Por ello actualmente, el bruxismo no se considera un trastorno ni una alteración del sueño en sí mismo, sino una conducta que podría actuar como factor predisponente para distintas consecuencias clínicas (3). No obstante, su presencia puede coexistir con otras patologías que cursan con actividad muscular repetitiva, tales como apnea obstructiva del sueño (AOS), enfermedad de Parkinson o epilepsia (4) (5).

Esta actividad masticatoria involuntaria genera fuerzas oclusales que pueden superar las fuerzas de apriete voluntario máximas. El exceso de carga mecánica representa un fa

ctor de riesgo significativo para fracturas dentales, astillamientos, enfermedad periodontal y disfunciones musculares o articulares a nivel de la articulación temporomandibular (ATM). En consecuencia, la mitigación de este estrés mecánico es fundamental para preservar la integridad funcional y morfológica del sistema estomatognático, incluyendo los dientes, tejidos periodontales y componentes musculoesqueléticos de la ATM (6).

ETIOLOGÍA:

1. Factores fisiológicos y neuroquímicos

El bruxismo del sueño (BS) se concibe actualmente como una condición fisiológica asociada a microdespertares durante el sueño, influenciada por mecanismos autonómicos y cerebrales que inducen actividad muscular mandibular. Esta actividad se caracteriza por un incremento transitorio de la frecuencia cardíaca y del tono muscular, con una duración que oscila entre tres y diez segundos. El principal biomarcador de esta actividad es la denominada actividad muscular masticatoria rítmica (RMMA, por sus siglas en inglés), detectable mediante electromiografía (EMG).

La RMMA puede observarse tanto en sujetos con bruxismo como en aquellos sin esta condición, aunque en estos últimos su frecuencia, intensidad y duración son notablemente inferiores. En contraposición a modelos etiopatogénicos previos, el paradigma oclusal —que atribuía el origen del BS a factores dentarios periféricos— carece actualmente de sustento empírico (5).

Diversos neurotransmisores participan en la modulación de la actividad muscular masticatoria. Se ha documentado una reducción del BS al modificar niveles de catecolaminas como dopamina y noradrenalina, lo que refuerza la implicación central del sistema nervioso autónomo en su fisiopatología.

Asimismo, factores respiratorios y deglutorios podrían desempeñar un rol protector frente a eventos obstructivos del sueño. En este sentido, el BS podría constituir una respuesta adaptativa ante eventos como la apnea obstructiva del sueño (AOS) o el reflujo gastroesofágico, mediante la activación de músculos suprahioides y protrusores que facilitan la permeabilidad de la vía aérea. De igual forma, se ha descrito un aumento en la salivación y deglución asociadas al BS, lo cual contribuiría a la protección del entorno oroesofágico, aunque en algunos casos se ha observado xerostomía y desgaste dentario (5).

2. Factores psicosociales y ambientales

Numerosos estudios han asociado el bruxismo con factores psicosociales, siendo el estrés psicológico uno de los principales factores de riesgo identificados. Otros elementos como el consumo de tabaco, alcohol y determinados fármacos (6)(7)(8). Esta asociación respalda la incorporación de estrategias psicológicas preventivas, tales como el asesoramiento individual, técnicas de relajación, hipnoterapia sugestiva, educación en higiene del sueño y modificación de hábitos.

En relación con el tabaquismo, se ha reportado una relación dosis-dependiente entre el número de cigarrillos diarios y la frecuencia del BS. Sin embargo, no está claramente establecido si este efecto se debe a la acción central de la nicotina sobre receptores colinérgicos o a efectos locales como la deshidratación de las mucosas orales (5).

3. Posible influencia Genética

Aunque no se ha identificado un gen específico responsable del BS, algunos estudios han sugerido una predisposición genética. En particular, el polimorfismo rs6313 del gen HTR2A (receptor de serotonina) se ha asociado con un mayor riesgo de desarrollar BS, posiblemente a través de mecanismos relacionados con la ansiedad. No obstante, factores ambientales como la imitación conductual en el entorno familiar dificultan la distinción entre componentes genéticos y comportamentales. Por ello, se postula que la mayor prevalencia de BS en determinados núcleos familiares podría atribuirse, en gran medida, a la adopción de hábitos compartidos más que a una transmisión genética directa (5)(9)(10).

4. Relación con otros trastornos médicos:

El bruxismo del sueño (BS) constituye una condición multifactorial influenciada por mecanismos centrales, moduladores neuroquímicos, factores respiratorios y salivales, así como por variables emocionales y posiblemente genéticas. Su manifestación puede estar asociada a otras patologías neurológicas o sistémicas que cursan con hiperactividad muscular durante el sueño, como la apnea obstructiva

del sueño (AOS), la enfermedad de Parkinson o la epilepsia. La coexistencia de estas condiciones sugiere un trasfondo fisiopatológico compartido o interacciones funcionales que aún requieren mayor elucidación a través de investigaciones clínicas longitudinales y estudios de neuroimagen funcional.

- **TRATAMIENTO:**

A lo largo del tiempo se han propuesto diversas estrategias terapéuticas para mitigar las consecuencias clínicas del bruxismo. Entre los abordajes más consolidados se encuentra la utilización de dispositivos intraorales, especialmente férulas oclusales, cuyo objetivo principal es modificar la relación entre las arcadas dentarias y redistribuir las cargas funcionales ejercidas durante los episodios de hiperactividad muscular.

1. **Férulas oclusales y dispositivos bucales**

Los dispositivos oclusales constituyen el tratamiento estándar más extendido en la práctica clínica. Su diseño puede variar en función del objetivo terapéutico, existiendo férulas de estabilización, de reposicionamiento mandibular, de descarga anterior, entre otras. Su acción principal consiste en alterar la posición mandibular para minimizar el contacto oclusal máximo, mejorar la alineación condilar en la articulación temporomandibular (ATM), y reducir la sobrecarga muscular asociada a los trastornos temporomandibulares (TMD) (11).

Existen diversos tipos de férulas:

- A. Férulas permisivas**

Permiten un contacto uniforme de los dientes y un movimiento libre de la mandíbula, ayudando a relajar los músculos.

- Férula de plano estabilizador (Férula Michigan): Mejora la estabilidad oclusal, relaja los músculos y ayuda en el diagnóstico de problemas de oclusión.



Figura 1. Muestra imagen de Férula Michigan colocada en boca (11)

- Plano de mordida anterior: Indicado en trastornos musculares o cambios súbitos en la mordida. Reduce la presión en los músculos y disminuye la actividad parafuncional.



Figura 2. Muestra imagen de plano de mordida anterior colocado en boca (11)

B. Férulas directivas (No permisivas)

Dirigen el movimiento mandibular a una posición específica. Se utilizan cuando es necesario controlar la posición condilar.

- Férula de reposicionamiento anterior: Desplaza la mandíbula hacia adelante, reduciendo el ruido articular y estabilizando la relación cóndilo-disco.



Figura 3. Muestra imagen de Férula de reposicionamiento anterior colocada en boca (11)

- Plano de mordida posterior: Utilizado en casos de pérdida severa de la dimensión vertical de oclusión (DVO).



Figura 4. Muestra imagen de Plano de mordida posterior colocado en boca (11)

- Férula de distracción (Férula Pivotante): Genera contacto solo en los dientes posteriores, reduciendo la carga sobre la ATM.



Figura 5. Muestra imagen de Férula de distracción colocada en boca (11)

C. Férulas pseudo permisivas

Fabricadas con materiales flexibles, separan los dientes, pero pueden agravar el bruxismo si no están bien equilibradas.

- Férula de goma blanda: Se usa como tratamiento de emergencia en casos agudos de TMD.



Figura 6. Muestra imagen de Férula de goma blanda colocada en boca (11)

- Férula hidroestática: Dispositivo prefabricado con un reservorio de líquido, utilizado para aliviar el dolor en la ATM y mejorar la postura mandibular.



Figura 7. Muestra imagen de Férula hidroestática colocada en boca (12)

En cuanto a este tipo de tratamientos se suele recomendar únicamente darles un uso nocturno para la mayor parte de los casos y no deben utilizarse 24 horas seguidas ya que podrían provocar cambios irreversibles en la oclusión (11).

Minakuchi et al (6) en su revisión sistemática observan que las férulas de estabilización sí que tienden a disminuir los episodios de bruxismo del sueño, especialmente a corto plazo (2 a 6 semanas) pero no llegan a demostrar diferencias

significativas a largo plazo en comparación con otros dispositivos bucales como la férula de reposicionamiento anterior que incluso en algunos estudios llegó a ser más efectiva, aunque realmente los resultados no eran concluyentes.

Por otro lado, el desarrollo de las tecnologías digitales nos ha permitido la fabricación digital de las férulas mediante fresado o impresión 3D, siendo técnicas más precisas, eficientes, a la par que dispositivos más confortables para los pacientes frente los métodos tradicionales(13) .

2. Terapias conductuales y *biofeedback*

El manejo del bruxismo también ha incorporado enfoques conductuales, dentro de los cuales destacan la terapia cognitivo-conductual (TCC) y la terapia de biorretroalimentación (*biofeedback*, BFT). Estas modalidades buscan modificar patrones de comportamiento o actividad muscular que contribuyen a la aparición del bruxismo, especialmente en su forma diurna.

La biorretroalimentación electromiográfica es un procedimiento mediante el cual el paciente recibe información en tiempo real sobre su actividad fisiológica, en este caso muscular, a través de dispositivos electrónicos. Este conocimiento permite al individuo desarrollar estrategias conscientes para controlar o inhibir dicha actividad, promoviendo así una reducción de la parafunción mandibular (14). Este enfoque ha mostrado utilidad particularmente en el bruxismo en vigilia.

Por su parte, la terapia cognitivo-conductual es un modelo terapéutico ampliamente validado en el tratamiento de trastornos psicológicos, cuyo objetivo es identificar y modificar pensamientos, emociones y conductas disfuncionales. En el contexto del bruxismo, se emplea como intervención complementaria para reducir niveles de ansiedad y mejorar la calidad del sueño, aunque su efectividad como terapia única no ha sido suficientemente documentada (5)(15).

3. Enfoques farmacológicos

Diversas opciones farmacológicas han sido exploradas en el manejo del bruxismo, con resultados dispares. Entre los fármacos estudiados se incluyen inhibidores de

la bomba de protones, anticonvulsivos, antihipertensivos y toxina botulínica tipo A (BTX-A). Esta última ha mostrado una reducción significativa en la intensidad y frecuencia de episodios bruxísticos, aunque su uso se asocia a posibles efectos adversos como somnolencia, molestias en el sitio de inyección o debilidad muscular localizada (6).

La toxina botulínica tipo A actúa bloqueando la liberación de acetilcolina en la unión neuromuscular, reduciendo así la contracción de los músculos masticatorios. Si bien puede disminuir el dolor y la hiperactividad muscular, su efecto sobre la frecuencia del bruxismo es menos consistente. Además, la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA) ha advertido sobre efectos adversos potenciales, incluyendo disfagia, debilidad generalizada, visión borrosa y disminución de la salivación. Estudios en modelos animales sugieren que su uso prolongado podría inducir osteopenia condilar por desuso (5)(16).

Por lo tanto, la indicación de BTX-A debe realizarse con una cuidadosa evaluación del balance riesgo-beneficio, particularmente en casos donde otras alternativas terapéuticas hayan fracasado o estén contraindicadas.

4. Terapia física

La fisioterapia ha sido considerada como una opción terapéutica complementaria en pacientes con bruxismo, especialmente cuando existe sintomatología muscular o articular asociada. Según la revisión sistemática de Soares-Silva et al. (2024) (17), diversas técnicas fisioterapéuticas han demostrado beneficios preliminares en la reducción del dolor y la actividad muscular.

Entre las técnicas más estudiadas se encuentran:

- Acupuntura: se cree que podría modular el sistema nervioso central, reduciendo la tensión muscular. Aunque los resultados iniciales son prometedores, se requiere mayor evidencia para confirmar su eficacia sostenida.

- Estimulación nerviosa eléctrica transcutánea (TENS): mediante impulsos eléctricos se estimulan nervios periféricos, favoreciendo la relajación muscular y mejorando la calidad del sueño. Los estudios muestran una disminución de los episodios de bruxismo, aunque con limitaciones metodológicas.
- Estimulación nerviosa de microcorriente (MENS): similar a la TENS, pero con intensidades más bajas. Ha demostrado ser mejor tolerada por ciertos pacientes, con reducción en la fatiga y tensión muscular, aunque con escasa evidencia longitudinal.

Si bien los resultados preliminares son alentadores, la evidencia científica actual es limitada y se requieren ensayos clínicos controlados con seguimientos prolongados para establecer su eficacia definitiva (17).

- **NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL DIAGNÓSTICO Y TRATAMIENTO DEL BRUXISMO**

Uno de los principales desafíos en el diagnóstico del bruxismo es la dificultad para diferenciar las contracciones musculares normales de aquellas que realmente constituyen un evento de bruxismo. Los métodos tradicionales de diagnóstico incluyen el uso de **electromiografía (EMG)**, **electrocardiograma (ECG)** y **electroencefalograma (EEG)**, así como evaluaciones clínicas mediante cuestionarios o reportes de los pacientes. Sin embargo, estos métodos pueden presentar limitaciones en cuanto a precisión, accesibilidad y aplicabilidad en la práctica diaria. Por este motivo se han desarrollado nuevas tecnologías para mejorar la precisión de diagnóstico, utilizando una tecnología más avanzada basada en el uso de **EMG y aprendizaje automático** y evaluar cómo la postura del sueño influye en la actividad bruxista (18).

- Avances en el monitoreo del bruxismo

En los últimos años, el desarrollo de metodologías avanzadas ha permitido incorporar tecnologías más precisas y menos invasivas. En particular, la combinación de electromiografía de superficie (EMG) con algoritmos de inteligencia artificial (IA) ha demostrado un elevado potencial diagnóstico. Estas soluciones tecnológicas consideran variables posturales durante el sueño y analizan la actividad de músculos clave, destacando especialmente la musculatura temporal como marcador funcional relevante (18).

Adicionalmente, se han introducido dispositivos EMG portátiles y ultra-miniaturizados, diseñados para ofrecer una monitorización continua y confortable, tanto en contextos clínicos como domiciliarios. Estas innovaciones abren nuevas posibilidades para la detección automatizada, personalizada y accesible del bruxismo (19).

- Dispositivos electrónicos y sensores

Dentro del espectro terapéutico, una alternativa emergente corresponde al uso de láser de baja intensidad aplicado en puntos de acupuntura, estrategia que ha mostrado resultados preliminares positivos, especialmente en poblaciones pediátricas y adolescentes. No obstante, la ausencia de estudios longitudinales impide establecer conclusiones firmes sobre su seguridad y eficacia a largo plazo (17).

- Empleo de la Inteligencia artificial como terapia

La incorporación de inteligencia artificial (IA) en el diagnóstico y tratamiento del bruxismo representa una de las líneas de innovación más prometedoras en los últimos años. Diversos estudios han comenzado a explorar el uso de sensores de movimiento mandibular combinados con algoritmos de aprendizaje automático para detectar de forma automatizada los episodios de bruxismo del sueño. Esta metodología se basa en la monitorización de movimientos mandibulares rítmicos mediante sensores colocados en la región submentoniana, eliminando la necesidad de recurrir exclusivamente a técnicas complejas como la polisomnografía. Esta aproximación permite un registro menos invasivo y más accesible, facilitando su aplicación en entornos clínicos y domiciliarios. (20)

Asimismo, se han desarrollado férulas oclusales inteligentes equipadas con sensores de presión capaces de registrar en tiempo real la intensidad, duración y localización de las fuerzas oclusales ejercidas durante el sueño. Estos datos son procesados mediante redes neuronales artificiales que permiten tanto la evaluación precisa de la actividad bruxista como la generación de retroalimentación inmediata al paciente, constituyendo un sistema de biofeedback activo. Esta tecnología no solo tiene potencial diagnóstico, sino que también se presenta como una alternativa terapéutica innovadora, al ofrecer intervención personalizada basada en los patrones de actividad de cada individuo. (19)

En conjunto, estas aplicaciones de la IA en bruxismo suponen un avance significativo hacia la automatización, personalización y portabilidad de las herramientas clínicas, aunque su implementación generalizada aún requiere validación adicional en distintos contextos poblacionales y clínicos.

- **DIAGNÓSTICO**

La polisomnografía (PSG) con audio y vídeo (*Gold Standard*) y/o electromiografía (EMG) son herramientas fundamentales para evaluar cómo estos dispositivos y tratamientos afectan a la calidad del sueño y a la función muscular durante el mismo (6). El principal inconveniente de estas técnicas es el alto costo y el consumo de tiempo que conllevan (5).

La polisomnografía permite monitorizar durante toda la noche el EEG (electroencefalograma), el EOG (electrooulograma), el EMG (electromiograma), el ECG (electrocardiograma), los movimientos de las piernas, el esfuerzo respiratorio, el flujo de aire y la saturación de oxígeno.

Según Oyarzo et Al (5) para el diagnóstico del bruxismo se podría utilizar cuatro métodos distintos:

1. Auto reporte:

Este es realizado a través de cuestionario estandarizados que la mayoría de las veces nos aporta una información subjetiva y no correlacionada con los resultados de la PSG.

2. Diagnóstico Clínico:

El diagnóstico clínico se basa en la identificación de signos y síntomas compatibles con bruxismo, tales como desgaste dentario, fracturas, movilidad dentaria, fallo de restauraciones, implantes o prótesis, hipertrofia de músculos masticatorios, indentaciones en lengua o mucosa y dolor orofacial. La confirmación del bruxismo también puede apoyarse en el reporte de sonidos de rechinar por parte de terceros. Sin embargo, la presencia de estos hallazgos no constituye por sí misma evidencia directa de bruxismo del sueño (5)(20).

3. Evaluación ambulatoria del BS (dispositivos portátiles y ambulatorios y polisomnografía (PSG)):

La evaluación ambulatoria ha cobrado relevancia en los últimos años gracias al desarrollo de dispositivos portátiles. Estos equipos permiten registrar actividad muscular mediante EMG en el domicilio del paciente, sin necesidad de monitoreo audiovisual. No obstante, esta metodología puede sobrestimar los episodios de bruxismo debido a movimientos musculares inespecíficos durante el sueño, por lo que se recomienda aplicar criterios clínicos rigurosos junto con el análisis electromiográfico para establecer un diagnóstico fiable (22).

4. Polisomnografía (*Gold Standard*) en laboratorio, asistida y audiovisual:

La polisomnografía en laboratorio, asistida y con registro audiovisual, se mantiene como el estándar diagnóstico más preciso. Esta técnica permite monitorizar durante toda la noche parámetros como el electroencefalograma (EEG), electrooculograma (EOG), electromiograma (EMG), electrocardiograma (ECG), movimientos de extremidades, esfuerzo respiratorio, flujo aéreo y saturación de oxígeno. La actividad muscular compatible con bruxismo se gradúa en base a criterios electromiográficos específicos aplicados a los músculos masticatorios, siendo el uso de grabación audiovisual esencial para aumentar la sensibilidad y especificidad en la detección de episodios de AMM (actividad muscular masticatoria) y su distinción respecto a otras actividades orofaciales (5)(22).

Estudios recientes han resaltado la falta de consenso en los criterios diagnósticos y la baja fiabilidad de los métodos convencionales cuando se utilizan de forma aislada. En esta línea, Lavigne et al. (23) proponen un modelo diagnóstico integrado que combina datos fisiológicos, hallazgos clínicos y percepciones del paciente, lo cual permite una mayor precisión diagnóstica y una mejor adaptación de las estrategias terapéuticas. Además, el establecimiento de protocolos estandarizados se plantea como una necesidad crítica para facilitar la aplicabilidad práctica de estas herramientas en entornos clínicos diversos.

Sería útil llevar a cabo más investigaciones que comparen estos distintos enfoques terapéuticos para comprender mejor su eficacia y determinar cuál es el más adecuado para tratar el Bruxismo.

El bruxismo, dada su alta prevalencia y complejidad etiológica, continúa siendo un reto diagnóstico y terapéutico. Los métodos tradicionales, aunque útiles, presentan limitaciones en precisión y aplicabilidad clínica. En este contexto, las nuevas tecnologías, como la inteligencia artificial o los dispositivos portátiles, ofrecen alternativas prometedoras. Sin embargo, la evidencia actual es dispersa y requiere ser sintetizada. Esta revisión busca evaluar su eficacia y viabilidad, aportando una base científica para su posible implementación clínica.

HIPÓTESIS:

La aplicación de nuevas tecnologías mejora la precisión de diagnóstico y la efectividad del tratamiento del bruxismo en adultos en comparación con los métodos convencionales.

OBJETIVOS:

- Analizar la precisión diagnóstica de los métodos tradicionales frente a las nuevas tecnologías y sus limitaciones.
- Examinar las nuevas tecnologías disponibles para la detección y el tratamiento del bruxismo.
- Comparar la eficacia de los tratamientos convencionales frente las terapias tecnológicas emergentes.

MATERIAL Y MÉTODO:

Diseño del estudio

La recopilación de información para esta revisión sistematizada de la literatura científica se ha llevado a cabo con el objetivo de analizar la aplicación de nuevas tecnologías en el diagnóstico y tratamiento del bruxismo en adultos. La metodología utilizada sigue las directrices PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) para garantizar la rigurosidad en la recopilación, selección y análisis de la información.

Fuentes de información y estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda bibliográfica en bases de datos científicas de referencia, incluyendo:

- PubMed
- Scopus
- ScienceDirect

Los artículos seleccionados pertenecen en su gran mayoría a “Sleep Medicine” “Journal of Oral Rehabilitation” o la “Japanese Dental Science Review”, el “Natural and Science of Sleep”, el “The Journal of Craniomandibular & Sleep Practice” y “Journal of Sleep Research”.

Los términos de búsqueda utilizados incluyeron palabras clave y combinaciones booleanas como:

- *“Sleep Bruxism”*
- *“Biofeedback Therapy and bruxism”*
- *“Cognitive-behavioral therapy and bruxism”*
- *“Sleep bruxism ” AND “artificial intelligence”*
- *“Occlusal splints” AND “Bruxism”*
- *“Sleep monitoring devices” AND “electromyography (EMG)”*

La búsqueda se limitó a artículos publicados en los últimos 10 años, aunque se incluyeron algunos otros entre los años 2000 y 2015, ya que eran citados a su vez en numerosos artículos de más reciente publicación, y constituían una fuente de información veraz y de calidad, escritos en inglés o español, y que abordaran estudios clínicos, revisiones sistemáticas o metaanálisis sobre el tema.

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de inclusión:

- Estudios que evalúen nuevas tecnologías aplicadas al diagnóstico o tratamiento del bruxismo.
- Investigaciones sobre el uso de inteligencia artificial, sensores electrónicos y dispositivos portátiles en la detección del bruxismo.
- Ensayos clínicos, metaanálisis, estudios observacionales y revisiones sistemáticas.

- Artículos en inglés o español publicados en revistas revisadas por pares en los últimos 10 años.
- Artículos a texto completo.

Criterios de exclusión:

- Estudios con muestras reducidas (<10 pacientes) o sin metodología clara.
- Artículos duplicados o con acceso restringido.
- Opiniones, cartas al editor o estudios sin validación científica.
- Revistas no arbitradas
- Estudios con pacientes menores de 18 años

Proceso de selección y extracción de datos

Los artículos identificados fueron evaluados en tres fases:

1. Eliminación de duplicados mediante software de gestión bibliográfica (Zotero).
2. Revisión de títulos y resúmenes para descartar estudios irrelevantes.
3. Análisis de texto completo, extrayendo información clave como: tipo de tecnología utilizada, método de diagnóstico o tratamiento, población estudiada, resultados y conclusiones.

Análisis de datos

Se realizó un análisis cualitativo y cuantitativo de los estudios seleccionados, comparando la efectividad de las nuevas tecnologías frente a los métodos convencionales. Para ello, se analizaron indicadores como:

- Precisión diagnóstica (sensibilidad, especificidad).
- Eficacia terapéutica (reducción de síntomas, mejora en la calidad del sueño).
- Facilidad de uso y accesibilidad de las nuevas tecnologías.

Pregunta PICO

- **P (Paciente/Problema):** Adultos con diagnóstico de bruxismo.
- **I (Intervención):** Aplicación de nuevas tecnologías para el diagnóstico y tratamiento del bruxismo.
- **C (Comparación):** Métodos tradicionales.
- **O (Outcome/Resultado):** Precisión diagnóstica mejorada y mayor eficacia terapéutica en la reducción de síntomas y mejora de la calidad de vida.

Pregunta formulada:

"¿En adultos con bruxismo, la aplicación de nuevas tecnologías en el diagnóstico y tratamiento es más eficaz en comparación con los métodos tradicionales en términos de precisión diagnóstica y mejora de los síntomas?"

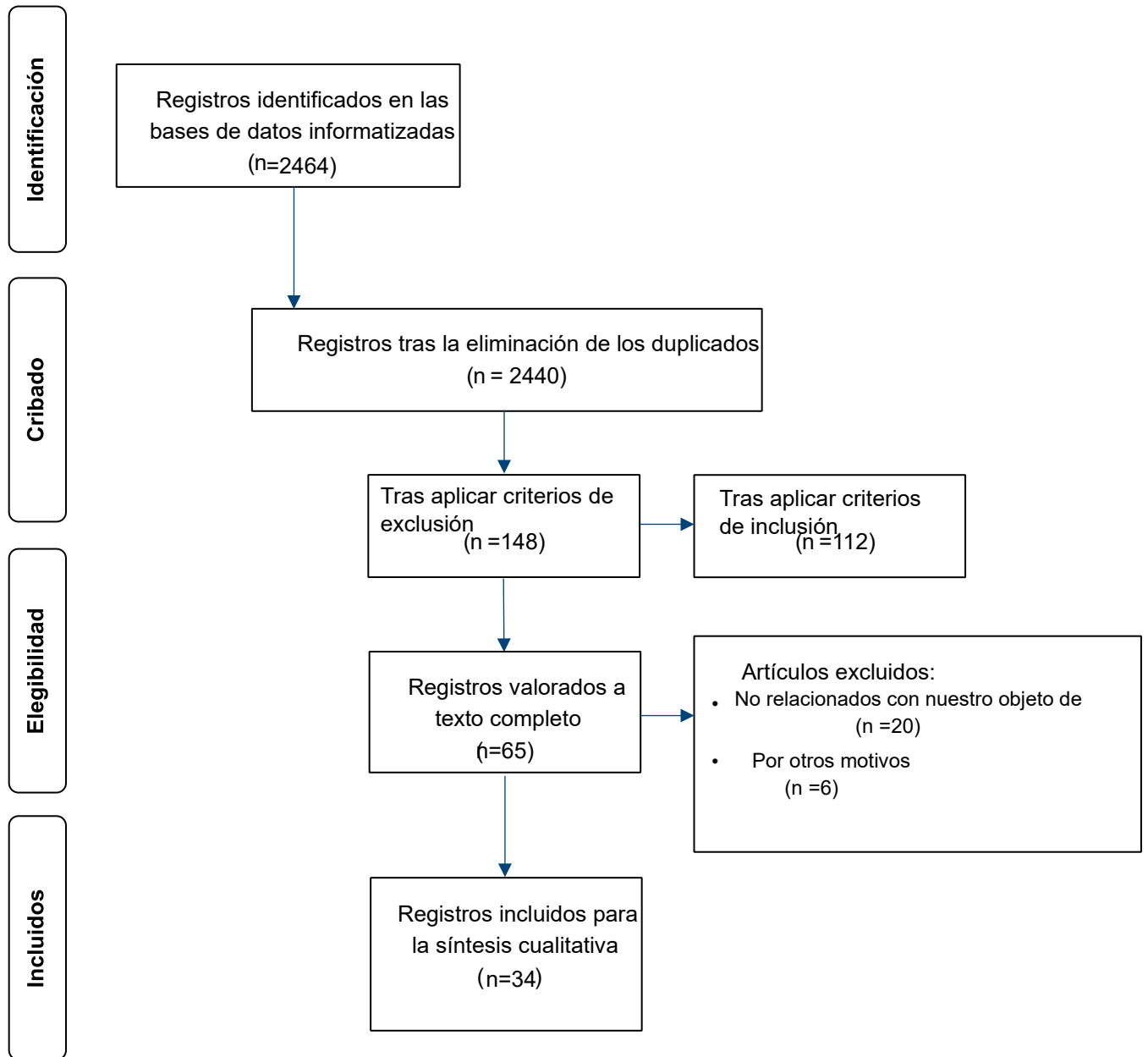


Figura 8: Flujograma PRISMA (Elaboración propia).

RESULTADOS

La presente revisión sistematizada ha permitido sintetizar los hallazgos obtenidos de 34 estudios seleccionados tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión definidos. Los datos recopilados han sido organizados en tablas y gráficos con el propósito de comparar rigurosamente la precisión diagnóstica y la eficacia terapéutica de las nuevas tecnologías frente a los métodos tradicionales en el abordaje del bruxismo en adultos.

La presentación de resultados se estructura en cuatro ejes analíticos principales: (1) evaluación comparativa de la precisión diagnóstica entre técnicas convencionales y tecnologías emergentes, (2) limitaciones de los métodos tradicionales, (3) identificación de las limitaciones inherentes a los métodos tradicionales y (4) análisis de la eficacia clínica de los distintos enfoques terapéuticos, con especial atención al impacto de las intervenciones tecnológicas.

Esta organización pretende ofrecer una visión integradora y crítica de la evidencia disponible, facilitando la posterior interpretación y discusión de los resultados en relación con la aplicabilidad clínica de las herramientas analizadas.

- **Precisión diagnóstica: Comparación entre métodos tradicionales y nuevas tecnologías**

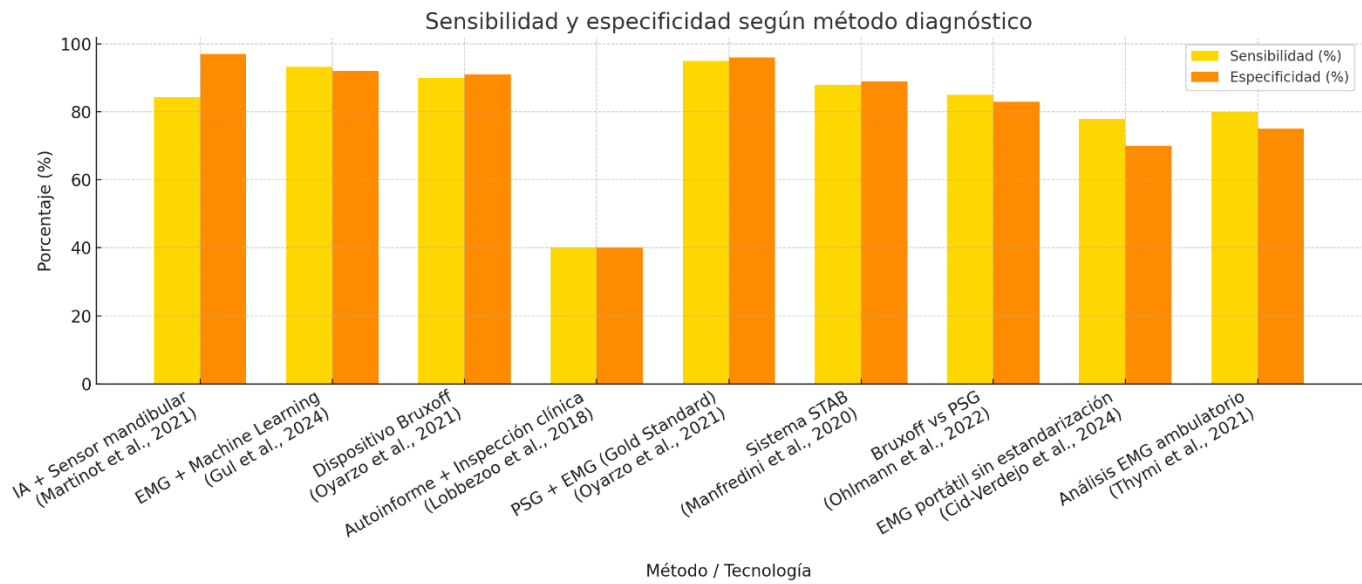


Gráfico I. Resultados relativos a la comparación de la precisión diagnóstica en bruxismo — Nuevas tecnologías vs. métodos tradicionales. Compara la sensibilidad y especificidad de distintos métodos diagnósticos utilizados en la detección del bruxismo

- **Limitaciones de los métodos tradicionales en la evaluación del bruxismo**

Método tradicional	Limitación principal	Fuente
Autoinforme del paciente	Subjetividad alta, baja correlación con registros objetivos.	Lobbezoo et al., 2018 (4)
Inspección clínica	Baja sensibilidad y especificidad; diagnóstico impreciso.	Lobbezoo et al., 2018 (4)
Férula de estabilización	Eficaz a corto plazo, no aborda causa subyacente.	Minakuchi et al., 2022 (6)
Polisomnografía (PSG)	Costosa, poco accesible, no viable para seguimiento continuo.	Oyarzo et al., 2021 (5)
EMG estacionaria	Limitada portabilidad y comodidad reducida.	Gul et al., 2024 (18)
Autoinforme (repetido)	Alta subjetividad, posible sesgo de percepción.	Ahlberg et al., 2002 (8)

Tabla I. Resultados relativos a las limitaciones de los métodos tradicionales en el diagnóstico y tratamiento del bruxismo

- **Nuevas tecnologías disponibles para el diagnóstico y tratamiento del bruxismo**

Tecnología / Dispositivo	Aplicación clínica principal	Fuente
IA + sensores mandibulares	Diagnóstico automatizado, alta precisión sin PSG.	Martinot et al., 2021 (20)
EMG portátil + IA	Monitorización muscular en distintas posturas con alta precisión.	Gul et al., 2024 (18)
Dispositivo Bruxoff	Cribado clínico validado frente a PSG.	Oyarzo et al., 2021 (5)
Biofeedback electromiográfico	Terapia para control muscular consciente.	Ardizzone et al., 2009 (14)
Dispositivos vestibles miniaturizados	Evaluación continua y cómoda en domicilio.	Yamaguchi et al., 2023 (19)
Clasificación por niveles	Guía terapéutica según nivel diagnóstico.	Lobbezoo et al., 2018 (4)
Modelo diagnóstico multidimensional	Reduce el riesgo de sobrediagnóstico integrando datos clínicos y subjetivos.	Lavigne et al., 2021 (23)
Férula inteligente con IA (CNN)	Diagnóstico y tratamiento con feedback personalizado.	Gao et al., 2019 (21)
App móvil (BruxApp)	Seguimiento autónomo y accesible del bruxismo de vigilia.	Velásquez Ron et al., 2022 (28)

Tabla II. Resultados relativos a las Nuevas tecnologías disponibles para el diagnóstico y tratamiento del bruxismo

- **Eficacia de los tratamientos tradicionales frente a las terapias tecnológicas emergentes**

Tratamiento / Enfoque	Resumen de eficacia	Fuente
Férula estabilización	Alta eficacia a corto plazo; variable a largo plazo.	Minakuchi et al., 2022 (6)
Férula reposicionamiento anterior	Alta en algunos casos; resultados no concluyentes.	Minakuchi et al., 2022 (6)
Biofeedback electromiográfico	Reducción de AMM y tensión muscular. Requiere entrenamiento.	Ardizzone et al., 2009 (14)
Biofeedback (general)	Alta eficacia; efecto puede no mantenerse tras interrupción.	Minakuchi et al., 2022 (6)
Terapia cognitivo-conductual (TCC)	Moderada como terapia complementaria.	Lobbezoo et al., 2018 (4)
Farmacológicos (clonazepam, etc.)	Eficacia parcial; riesgo de efectos adversos.	Minakuchi et al., 2022 (6)
Toxina botulínica tipo A	Reducción de dolor y eventos; efectos adversos leves.	Buzatu et al., 2024 (33)
Toxina botulínica tipo A	Disminuye fuerza muscular, no frecuencia de episodios.	Shim et al., 2020 (29)
Toxina botulínica tipo A	Reducción de dolor mandibular; estudios con sesgo alto.	Fernández-Núñez et al., 2019 (34)
BTX-A vs férula	Ambos eficaces; férula mejora más la movilidad.	Chisini et al., 2024 (35)
BTX-A, férula + masaje, fármacos	BTX-A y férulas eficaces; biofeedback y fármacos sin efecto demostrado.	Bussadori et al., 2020 (36)

Férula biofeedback cobertura total	Reduce episodios y dolor; mejora sostenida post-tratamiento.	Bergmann et al., 2020 (37)
Dispositivos EMG + IA	Alta precisión diagnóstica y personalización del tratamiento.	Gul et al., 2024 (18)
Férulas (convencional vs digital)	Reducción de dolor y mejora funcional. Mayor confort digital.	Albagieh et al., 2025 (13)
Férulas rígidas, blandas, biofeedback	Rígidas más eficaces; biofeedback prometedor, evidencia limitada.	Ainoosah et al., 2024 (31)
Biofeedback (EMG portátil)	Reducción significativa de actividad muscular. Efecto a corto plazo.	Vieira et al., 2023 (32)
Terapia física (TENS, MENS, acupuntura)	Resultados positivos preliminares; requiere validación.	Soares-Silva et al., 2024 (17)
Sensores mandibulares con IA	Alta precisión diagnóstica; útil para tratamiento personalizado.	Martinot et al., 2021 (20)
Dispositivos vestibles miniaturizados	Alta aceptación; útiles en evaluación domiciliar prolongada.	Yamaguchi et al., 2023 (19)
Férulas permisivas/directivas/pseudo-permisivas	Eficacia similar a fisioterapia; mejora postura y cefaleas.	Albagieh et al., 2022 (11)
App móvil (BruxApp)	Monitorización autónoma del bruxismo de vigilia.	Velásquez Ron et al., 2022 (28)

Tabla III. Resultados relativos a la eficacia terapéutica de los tratamientos para el bruxismo en adultos

Los resultados obtenidos tras la síntesis de los estudios incluidos evidencian una variabilidad significativa en los parámetros de precisión diagnóstica, destacando las tecnologías emergentes por sus elevados valores de sensibilidad y en particular, los sistemas basados en electromiografía de superficie portátil combinados con algoritmos de inteligencia artificial alcanzaron niveles de precisión superiores al 90 %, permitiendo una monitorización más accesible y personalizada del bruxismo. Asimismo, se documentó la incorporación de dispositivos innovadores como férulas inteligentes con sensores de presión, sensores mandibulares, aplicaciones móviles y dispositivos vestibles miniaturizados, todos ellos orientados a facilitar la evaluación continua en entornos clínicos y domiciliarios. Por el contrario, los métodos tradicionales, como el autoinforme del paciente o la inspección clínica, mostraron una fiabilidad diagnóstica limitada, con baja capacidad discriminativa y elevada subjetividad.

En el ámbito terapéutico, las férulas oclusales convencionales, en sus diferentes modalidades, evidenciaron eficacia en la reducción del dolor orofacial y la mejora funcional, especialmente a corto plazo. Paralelamente, las tecnologías basadas en biofeedback electromiográfico, las férulas inteligentes con retroalimentación en tiempo real y las terapias físicas (TENS, MENS, acupuntura) mostraron efectos positivos en la disminución de la actividad muscular masticatoria y en la frecuencia de los episodios de bruxismo. También se reportaron intervenciones farmacológicas y el uso de toxina botulínica tipo A, con eficacia variable y perfiles de seguridad heterogéneos.

DISCUSIÓN

El bruxismo, tanto del sueño como de vigilia, continúa siendo un reto diagnóstico y terapéutico para los profesionales sanitarios, especialmente por su etiología multifactorial y la variabilidad de su presentación clínica. Los resultados obtenidos en esta revisión sistematizada confirman que, aunque los métodos tradicionales siguen teniendo un papel relevante, la introducción de nuevas tecnologías en los últimos años ha supuesto un avance significativo en la precisión diagnóstica y en la eficacia del tratamiento, ofreciendo nuevas perspectivas en el abordaje de este comportamiento.

1. Precisión diagnóstica: comparación entre métodos tradicionales y nuevas tecnologías

Los resultados de esta revisión muestran diferencias significativas entre la precisión diagnóstica de los métodos tradicionales y las tecnologías emergentes aplicadas al bruxismo. El autoinforme del paciente, aunque de uso extendido en la práctica clínica, presenta una sensibilidad y especificidad muy bajas, en torno al 40%, según **Lobbezoo et al. (2018) (4)**, lo que evidencia su escasa fiabilidad como herramienta diagnóstica única. Por el contrario, estudios recientes que emplean electromiografía portátil (EMG) combinada con algoritmos de aprendizaje automático, como el de **Gul et al. (2024) (18)**, alcanzaron precisiones del 93,3% en la detección de actividad en el músculo temporal. De forma similar, **Martinot et al. (2021) (20)** observaron una sensibilidad del 84,3% utilizando sensores mandibulares inteligentes, con un área bajo la curva (AUC) de 0.98, lo que indica una capacidad diagnóstica muy elevada, si bien se trató de un estudio piloto que requiere validación en muestras más amplias.

La polisomnografía (PSG) asistida, aunque sigue siendo el estándar de oro con sensibilidades y especificidades superiores al 95% (**Oyarzo et al., 2021**) (5), presenta limitaciones logísticas: requiere equipamiento especializado, entorno controlado y personal entrenado. En este sentido, dispositivos portátiles como Bruxoff se han posicionado como herramientas útiles de cribado ambulatorio. **Oyarzo et al. (2021)** (5) reportaron una alta correlación entre los registros del Bruxoff y la PSG. No obstante, estudios como el de **Ohlmann et al. (2022)** (26) advierten que, si bien el Bruxoff puede servir como herramienta preliminar de cribado, no debe usarse para establecer un diagnóstico definitivo en una sola noche, dada la gran variabilidad inter-nocturna que se ha observado en su uso.

En línea con estas advertencias, **Cid-Verdejo et al. (2024)** (24) mostraron que muchos estudios que emplean métodos portátiles presentan riesgo de sesgo moderado a alto, especialmente cuando no se acompaña el registro electromiográfico de criterios clínicos. A su vez, **Thymi et al. (2021)** (25) en su revisión metodológica del uso de EMG ambulatorio en bruxismo, concluyeron que la ausencia de estandarización en los protocolos de registro y análisis de señales EMG representa una importante barrera para la fiabilidad diagnóstica, subrayando la necesidad de definir criterios técnicos claros y comunes.

En esta misma línea, **Manfredini et al. (2020)** (3) propusieron el sistema STAB para clasificar el bruxismo como posible, probable o definitivo, integrando criterios de autoinforme, hallazgos clínicos y evaluación instrumental. Este modelo reconoce las limitaciones de cada método individual y promueve una visión diagnóstica multinivel, especialmente útil en entornos clínicos con recursos limitados.

En resumen, aunque las tecnologías emergentes han mejorado notablemente la capacidad para identificar episodios de bruxismo, la variabilidad inter-nocturna, la heterogeneidad metodológica y la falta de consenso en los criterios diagnósticos siguen siendo desafíos relevantes. La integración de datos clínicos, subjetivos e instrumentales parece ser, por el momento, la vía más razonable para mejorar la precisión diagnóstica en bruxismo del sueño.

2. Limitaciones de los métodos tradicionales en la evaluación del bruxismo

A pesar de su uso extendido en la práctica clínica, los métodos tradicionales para la evaluación y manejo del bruxismo presentan importantes limitaciones, tanto a nivel diagnóstico como terapéutico. En esta revisión se han sintetizado estas debilidades a través de los principales enfoques convencionales.

El autoinforme del paciente, basado en la percepción subjetiva, tiene una baja correlación con los registros objetivos de actividad muscular y de sueño. **Lobbezoo et al. (2018) (4)** y **Ahlberg et al. (2002) (8)** coinciden en señalar que su uso aislado puede conducir fácilmente a falsos positivos o negativos, comprometiendo la validez diagnóstica. Esta debilidad se ve agravada por el hecho de que muchos pacientes no son conscientes de su comportamiento durante el sueño, lo que reduce la fiabilidad de esta fuente de información.

De igual modo, la inspección clínica carece de sensibilidad y especificidad para detectar episodios reales de bruxismo, especialmente en su forma nocturna. Como indican también **Lobbezoo et al. (2018) (4)**, los hallazgos clínicos como el desgaste dental o la hipertrofia muscular pueden tener múltiples etiologías, y no siempre se corresponden con una actividad bruxista actual o significativa. Esto puede llevar a diagnósticos imprecisos y a la indicación de tratamientos innecesarios.

En el plano terapéutico, las férulas de estabilización convencionales han demostrado ser eficaces a corto plazo, pero su efectividad a largo plazo y su capacidad para tratar la causa subyacente del bruxismo siguen siendo limitadas. Según **Minakuchi et al. (2022) (6)**, este tipo de dispositivos depende en gran medida del cumplimiento del paciente y ofrece un alivio sintomático, sin abordar factores etiológicos como el estrés, la ansiedad o la disfunción neuromuscular.

Por otro lado, la polisomnografía (PSG) se mantiene como el estándar de oro para la evaluación instrumental, pero presenta múltiples barreras para su implementación clínica rutinaria. **Oyarzo et al. (2021) (5)** destacan su elevado coste, la necesidad de un entorno especializado y la falta de viabilidad para el seguimiento continuo o

el cribado poblacional. Si bien su precisión es incuestionable, su aplicabilidad es limitada.

Finalmente, la electromiografía convencional (EMG) estacionaria también presenta restricciones importantes. **Gul et al. (2024) (18)** señalan que su escasa portabilidad, la incomodidad para el paciente y la falta de representación completa del contexto del sueño la convierten en una herramienta poco práctica para uso ambulatorio o domiciliario. Esto ha motivado la búsqueda de tecnologías emergentes más adaptadas a la realidad clínica diaria.

En conjunto, estos hallazgos refuerzan la necesidad de adoptar un enfoque diagnóstico más integrador y dinámico, como el que propone el modelo STAB (**Manfredini et al., 2020) (3)**, que combina autoinforme, exploración clínica y pruebas instrumentales para mejorar la precisión y personalización del diagnóstico.

3. Avances tecnológicos y utilidad clínica de las nuevas herramientas diagnósticas

El desarrollo de nuevas tecnologías ha permitido ampliar la capacidad diagnóstica más allá del entorno hospitalario. Los sensores mandibulares con algoritmos de inteligencia artificial, descritos por **Martinot et al. (2021) (20)**, permiten detectar episodios de bruxismo sin necesidad de PSG, mediante el análisis de movimientos mandibulares rítmicos. Esta alternativa mejora la accesibilidad al diagnóstico para una mayor parte de la población.

Gao et al. (2019) (21) desarrollaron una férula inteligente equipada con sensores de fuerza y conectividad Bluetooth, que además de registrar la intensidad de las fuerzas oclusales, ofrece retroalimentación en tiempo real al paciente, lo que posibilita nuevas formas de tratamiento mediante biofeedback. Estos dispositivos podrían, a largo plazo, complementar o incluso sustituir a las férulas tradicionales, ya que permiten una personalización del tratamiento y un seguimiento objetivo de la evolución del paciente.

Por su parte, **Gul et al. (2024) (18)** exploraron el uso de EMG portátil con aprendizaje automático, permitiendo la monitorización de la actividad muscular en distintas posturas y contextos, con una detección más precisa y personalizada de patrones musculares. Este tipo de tecnología resulta especialmente útil para casos de bruxismo en vigilia o con alto componente funcional.

En cuanto a las herramientas de cribado clínico, el dispositivo Bruxoff, evaluado por **Oyarzo et al. (2021) (5)**, ha demostrado ser una opción válida y fácil de usar en el entorno domiciliario, con buena correlación con la PSG. No obstante, como señalaron **Ohlmann et al. (2022) (26)**, se debe tener en cuenta la variabilidad inter-nocturna de los registros, lo que limita su uso como única fuente diagnóstica.

La clasificación diagnóstica por niveles (posible, probable, definitivo) planteada por **Lobbezoo et al. (2018) (4)** permite adaptar la intervención terapéutica al nivel de evidencia disponible, favoreciendo decisiones clínicas más precisas.

Otras innovaciones recientes incluyen dispositivos vestibles ultra-miniaturizados, como los analizados por **Yamaguchi et al. (2023) (19)**, que permiten una evaluación domiciliar prolongada de la actividad muscular con alta comodidad para el paciente, y aplicaciones móviles como BruxApp, que integran diarios electrónicos de actividad mandibular y permiten el seguimiento del bruxismo en vigilia, según **Velásquez Ron et al. (2022) (28)**.

Finalmente, el modelo de evaluación propuesto por **Lavigne et al. (2021) (23)** sugiere un enfoque diagnóstico integral que combina fuentes fisiológicas, clínicas y subjetivas, lo que reduce el riesgo de sobrediagnóstico y mejora la precisión general del abordaje.

4. Comparación terapéutica: eficacia de los tratamientos tradicionales frente a las nuevas tecnologías

Los tratamientos disponibles para el bruxismo, tanto del sueño como en vigilia, abarcan una amplia gama de enfoques: desde intervenciones mecánicas y farmacológicas hasta estrategias tecnológicas y conductuales. Los resultados analizados en esta revisión permiten comparar la eficacia general de cada grupo, así como identificar sus fortalezas y limitaciones específicas.

Las férulas oclusales convencionales, en sus diversas variantes (rígidas, blandas, permisivas, directivas...), siguen siendo el tratamiento más utilizado en la práctica clínica. Según **Minakuchi et al. (2022) (6)**, las férulas de estabilización muestran una eficacia alta a corto plazo, aunque su impacto a largo plazo es más variable. **Albagieh et al. (2025) (11)** observaron que tanto las férulas fabricadas de forma convencional como digital contribuyen a una reducción significativa del dolor y a la mejora de la función mandibular. Por su parte, **Chisini et al. (2024) (35)** compararon férulas con toxina botulínica tipo A (BTX-A), concluyendo que ambos enfoques reducen el dolor, pero la férula mostró mayor efecto sobre la movilidad mandibular.

Respecto a la toxina botulínica tipo A, múltiples estudios coinciden en su capacidad para reducir el dolor y la fuerza muscular, aunque su efecto sobre la frecuencia de episodios de bruxismo es más limitado. **Shim et al. (2020) (29)** y **Buzatu et al. (2024) (33)** confirman su eficacia, mientras que **Fernández-Núñez et al. (2019) (34)** alertan sobre la calidad metodológica variable de algunos estudios y la necesidad de interpretar los resultados con cautela. **Bussadori et al. (2020) (36)**, en su revisión de revisiones, concluyen que tanto la BTX-A como las férulas combinadas con masaje muscular muestran eficacia en el control del dolor, mientras que los fármacos y el biofeedback no han demostrado eficacia concluyente.

En cuanto a los tratamientos farmacológicos, se ha observado una efectividad limitada. **Minakuchi et al. (2022) (6)** evaluaron fármacos como clonazepam, clonidina y rabeprazol, hallando beneficios discretos en algunos parámetros, pero

con un perfil de efectos adversos considerable. Este riesgo hace que su uso se reserve a casos seleccionados y bajo supervisión médica estricta.

Entre las tecnologías emergentes, destaca el biofeedback electromiográfico, especialmente en pacientes con bruxismo de vigilia. Estudios como los de **Ardizone et al. (2009) (14)** y **Minakuchi et al. (2022) (6)** reportan una reducción significativa de la actividad muscular masticatoria, aunque con una eficacia dependiente del entrenamiento y de la adherencia del paciente. **Vieira et al. (2023) (32)** señalan que el efecto suele mantenerse a corto plazo, pero la evidencia aún es de baja calidad. El uso de EMG portátil combinado con inteligencia artificial, como el modelo propuesto por **Gul et al. (2024) (18)**, representa un avance importante al permitir una personalización precisa del tratamiento basada en patrones musculares reales. En esta línea, **Bergmann et al. (2020) (37)** evaluaron en un ensayo clínico aleatorizado el uso de una férula de biofeedback de cobertura completa equipada con sensores de presión y vibración intrabucal. Los resultados mostraron una reducción significativa en la duración y frecuencia de los episodios de bruxismo, así como una mejora estadísticamente significativa en el dolor facial y el bienestar general del paciente. Lo más destacable fue que estos efectos se mantuvieron incluso tras la retirada del tratamiento, lo que sugiere una posible modificación conductual. Estos hallazgos refuerzan el papel del biofeedback como herramienta terapéutica eficaz y de efecto sostenido en el tiempo. Asimismo, tecnologías como los dispositivos vestibulares ultra-miniaturizados (**Yamaguchi et al., 2023 (19)**) o los sensores mandibulares inteligentes con IA (**Martinot et al., 2021(20)**) ofrecen soluciones no invasivas y adaptables al entorno domiciliario. Estas herramientas no solo tienen valor diagnóstico, sino también terapéutico gracias al monitoreo en tiempo real y el ajuste continuo del tratamiento.

Por último, abordajes complementarios como la terapia cognitivo-conductual (TCC) han demostrado un efecto moderado, particularmente como estrategia coadyuvante (**Lobbezoo et al., 2018(4)**), mientras que la terapia física, basada en técnicas como TENS, MENS o acupuntura, ha mostrado resultados positivos en estudios piloto,

aunque con necesidad de mayor validación (**Soares-Silva et al., 2024(17)**).

Además, **Balanta-Melo et al. (2019) (16)** mostraron que la aplicación de toxina botulínica tipo A puede contribuir a la disminución en la frecuencia de episodios y mejora del dolor mandibular, aunque nuevamente se reportaron efectos adversos leves. Por su parte, **Albagieh et al. (2023) (11)** evaluaron distintas variantes de férulas (permisivas, directivas y pseudo-permisivas), encontrando una eficacia comparable a la fisioterapia, especialmente en la mejora de la postura cervical y síntomas como cefaleas tensionales o migrañas. En otro estudio, **Ainoosah et al. (2024) (31)** compararon férulas rígidas, blandas y férulas con biofeedback, concluyendo que las rígidas eran las más eficaces para reducir la actividad muscular, mientras que las férulas blandas presentaban menor efectividad. Las férulas con biofeedback mostraron resultados prometedores, pero todavía con evidencia limitada para su recomendación clínica rutinaria.

En resumen, los tratamientos tradicionales siguen teniendo un papel relevante, especialmente como primera línea, pero las nuevas tecnologías ofrecen posibilidades prometedoras en términos de precisión, personalización y comodidad del paciente. El enfoque terapéutico más eficaz parece ser aquel que integra diferentes modalidades, adaptadas al perfil clínico y funcional de cada paciente.

5. Limitaciones de los estudios revisados y necesidad de estandarización

Durante la elaboración de esta revisión se han identificado diversas limitaciones metodológicas en los estudios analizados. En muchos casos, el tamaño muestral fue reducido, los métodos poco homogéneos y la duración del seguimiento insuficiente. El riesgo de sesgo fue moderado o alto en buena parte de los estudios observacionales, revisiones narrativas y casos clínicos (**Lavigne et al., 2021 (23)**; **Cid-Verdejo et al., 2024 (24)**). Esta variabilidad dificulta la comparación entre intervenciones y la obtención de conclusiones sólidas.

Para paliar esta carencia, se han propuesto modelos de clasificación diagnóstica

como el STAB (**Manfredini et al., 2020 (3)**) o el sistema basado en niveles de evidencia diagnóstica (**Lobbezoo et al., 2018 (4)**). Estas herramientas permiten integrar datos clínicos, subjetivos e instrumentales, mejorando la precisión del diagnóstico y facilitando la toma de decisiones terapéuticas.

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

Pese a seguir una metodología sistematizada conforme a las directrices PRISMA, esta revisión presenta una serie de limitaciones que deben ser consideradas al interpretar los resultados. En primer lugar, se identificó una notable heterogeneidad metodológica entre los estudios incluidos, tanto en el diseño experimental como en los criterios diagnósticos, las intervenciones evaluadas y los métodos de análisis. Esta variabilidad impidió la realización de un metaanálisis cuantitativo y dificulta la comparación directa entre los hallazgos.

Otra limitación relevante es la falta de estandarización en los criterios diagnósticos del bruxismo. Algunos estudios se basaron en el autoinforme del paciente o en hallazgos clínicos, mientras que otros utilizaron electromiografía o polisomnografía, lo que puede haber generado sesgos de clasificación o disparidades en la identificación de los episodios bruxísticos.

Además, la mayoría de los estudios analizados presentaban un seguimiento a corto plazo, lo que impide establecer con certeza la eficacia sostenida y la seguridad de las nuevas tecnologías a medio o largo plazo. La escasa disponibilidad de datos sobre el coste económico de estas intervenciones también limita la evaluación de su viabilidad y aplicabilidad clínica generalizada.

Por último, la estrategia de búsqueda bibliográfica se restringió a artículos publicados en inglés y español durante los últimos diez años, lo cual pudo haber excluido estudios relevantes en otros idiomas o con fecha anterior, pero aún pertinentes desde el punto de vista científico.

En conjunto, estas limitaciones sugieren la necesidad de futuros estudios clínicos con mayor robustez metodológica, muestras representativas y seguimiento longitudinal, así como una estandarización en los criterios diagnósticos, que permitan validar de forma concluyente el impacto de las tecnologías emergentes en el abordaje del bruxismo.

CONCLUSIONES

1. Los métodos tradicionales de diagnóstico del bruxismo, como el autoinforme y la inspección clínica, tienen una baja fiabilidad, mientras que la polisomnografía, aunque precisa, es poco accesible.
2. Las nuevas tecnologías, como la electromiografía portátil y la inteligencia artificial, ofrecen una mayor precisión diagnóstica y permiten un abordaje más accesible y personalizado.
3. Las férulas oclusales siguen siendo útiles, pero su eficacia a largo plazo es limitada; en cambio, las férulas inteligentes y el biofeedback muestran resultados prometedores.
4. El enfoque más eficaz combina herramientas tradicionales, tecnológicas y conductuales, adaptándose a las necesidades de cada paciente.
5. Para su aplicación clínica generalizada, es clave estandarizar criterios diagnósticos y validar las nuevas tecnologías mediante estudios más rigurosos.

BIBLIOGRAFÍA:

1. Kuang B, Li D, Lobbezoo F, De Vries R, Hilgevoord A, De Vries N, et al. Associations between sleep bruxism and other sleep-related disorders in adults: a systematic review. *Sleep Med.* 2022;89:31-47.
2. Matusz K, Maciejewska-Szaniec Z, Gredes T, Pobudek-Radzikowska M, Glapiński M, Górna N, et al. Common therapeutic approaches in sleep and awake bruxism — an overview. *Neurol Neurochir Pol.* 2022;56(6):455-63.
3. Manfredini D, Ahlberg J, Aarab G, Bracci A, Durham J, Ettlin D, et al. Towards a Standardized Tool for the Assessment of Bruxism (STAB)—Overview and general remarks of a multidimensional bruxism evaluation system. *J Oral Rehabil.* 2020;47(5):549-56.
4. Lobbezoo F, Ahlberg J, Raphael KG, Wetselaar P, Glaros AG, Kato T, et al. International consensus on the assessment of bruxism: Report of a work in progress. *J Oral Rehabil.* 2018;45(11):837-44.
5. Oyarzo JF, Valdés C, Bravo R. Etiología, diagnóstico y manejo de bruxismo de sueño. *Rev Médica Clínica Las Condes.* 2021;32(5):603-10.
6. Minakuchi H, Fujisawa M, Abe Y, Iida T, Oki K, Okura K, et al. Managements of sleep bruxism in adult: A systematic review. *Jpn Dent Sci Rev.* 2022;58:124-36.
7. Ohayon MM, Li KK, Guilleminault C. Risk Factors for Sleep Bruxism in the General Population. *Chest.* 2001;119(1):53-61.
8. Ahlberg J, Rantala M, Savolainen A, Suvinen T, Nissinen M, Sarna S, et al. Reported bruxism and stress experience. *Community Dent Oral Epidemiol.* 2002;30(6):405-8.
9. Rintakoski K, Hublin C, Lobbezoo F, Rose RJ, Kaprio J. Genetic Factors Account for Half of the Phenotypic Variance in Liability to Sleep-Related Bruxism in Young Adults: A Nationwide Finnish Twin Cohort Study. *Twin Res Hum Genet.* 2012;15(6):714-9.
10. Abe Y, Suganuma T, Ishii M, Yamamoto G, Gunji T, Clark GT, et al. Association of genetic, psychological and behavioral factors with sleep bruxism in a Japanese population. *J Sleep Res.* 2012;21(3):289-96.
11. Albagieh H, Alomran I, Binakresh A, Alhatarisha N, Almeteb M, Khalaf Y, et al. Occlusal splints-types and effectiveness in temporomandibular disorder management. *Saudi Dent J.* 2022;35(1):70.

12. Kui A, Pop S, Buduru S, Negucioiu M. The use of occlusal splints in temporomandibular disorders - an overview. *Acta Stomatol Marisiensis J.* 2020;3(2):3-8.
13. Albagieh H, Alhumaidan A, Alsalamah S, Alfotih G, Alharbi F, Alshamrani A. Effectiveness of occlusal splints in the management of temporomandibular disorders: comparisons of treatment approaches and digital versus conventional fabrication techniques. *Cureus.* 2025;17(1):e52449.
14. Ardizzone García I, Sánchez Sánchez T, Celemín Viñuela A, Rivero González A, Moreno González C. Biofeedback electromiográfico. Una alternativa terapéutica útil para la relajación muscular en pacientes con disfunción craneomandibular. *Rev Int Prótesis Estomatol.* 2009;11(2):85-88.
15. Puerta Polo JV, Padilla Díaz DE. Terapia cognitiva-conductual (TCC) como tratamiento para la depresión: una revisión del estado del arte. *Duazary.* 2011;8(2):251-7.
16. Balanta-Melo J, Torres-Quintana MA, Bemmann M, Vega C, González C, Kupczik K, et al. Masseter muscle atrophy impairs bone quality of the mandibular condyle but not the alveolar process early after induction. *J Oral Rehabil.* 2019;46(3):233-41.
17. Soares-Silva L, de Amorim CS, Magno MB, Tavares-Silva C, Maia LC. Effects of different interventions on bruxism: an overview of systematic reviews. *Sleep Breath.* 2024;28(3):1465-76.
18. Gul JZ, Fatima N, Mohy Ud Din Z, Khan M, Kim WY, Rehman MM. Advanced Sensing System for Sleep Bruxism across Multiple Postures via EMG and Machine Learning. *Sensors.* 2024;24(16):5426.
19. Yamaguchi T, Mikami S, Maeda M, Saito T, Nakajima T, Yachida W, et al. Portable and wearable electromyographic devices for the assessment of sleep bruxism and awake bruxism: A literature review. *CRANIO®.* 2023;41(1):69-77.
20. Martinot JB, Le-Dong NN, Cuthbert V, Denison S, Gozal D, Lavigne G, et al. Artificial Intelligence Analysis of Mandibular Movements Enables Accurate Detection of Phasic Sleep Bruxism in OSA Patients: A Pilot Study. *Nat Sci Sleep.* 2021;13:1449-59.
21. Gao J, Liu L, Gao P, Zheng Y, Hou W, Wang J. Intelligent Occlusion Stabilization Splint with Stress-Sensor System for Bruxism Diagnosis and Treatment. *Sensors.* 2019;20(1):89.
22. Carra MC, Huynh N, Lavigne G. Sleep Bruxism: A Comprehensive Overview for the Dental Clinician Interested in Sleep Medicine. *Dent Clin North Am.* 2012;56(2):387-413.

23. Lavigne G, Kato T, Herrero Babiloni A, Huynh N, Dal Fabbro C, Svensson P, et al. Research routes on improved sleep bruxism metrics: Toward a standardised approach. *J Sleep Res.* 2021;30(5):e13320.
24. Cid-Verdejo R, Chávez Farías C, Martínez-Pozas O, Meléndez Oliva E, Cuenca-Zaldívar JN, Ardizzone García I, et al. Instrumental assessment of sleep bruxism: a systematic review and meta-analysis. *Sleep Med Rev.* 2024;74:101906.
25. Thymi M, Lobbezoo F, Aarab G, Ahlberg J, Baba K, Carra MC, et al. Signal acquisition and analysis of ambulatory electromyographic recordings for the assessment of sleep bruxism: A scoping review. *J Oral Rehabil.* 2021;48(9):846-71.
26. Ohlmann B, Bömicke W, Behnisch R, Rammelsberg P, Schmitter M. Variability of sleep bruxism—findings from consecutive nights of monitoring. *Clin Oral Investig.* 2022;26(5):3459-66.
27. Gao J, Liu L, Gao P, Zheng Y, Hou W, Wang J. Intelligent occlusion stabilization splint with stress-sensor system for bruxism diagnosis and treatment. *Sensors.* 2020;20(1):89.
28. Velásquez Ron B, Mosquera Cisneros V, Pazmiño Troncoso P, Rodríguez Tates M, Alvares Lalvay E, Chauca Bajaña L, et al. Monitoring of awake bruxism by intelligent app. *F1000Research.* 2022;11:479.
29. Shim YJ, Lee HJ, Park KJ, Kim HT, Hong IH, Kim ST. Botulinum toxin therapy for managing sleep bruxism: A randomized and placebo-controlled trial. *Toxins.* 2020;12(3):168.
30. Li D, Kuang B, Lobbezoo F, de Vries N, Hilgevoord A, Aarab G. Sleep bruxism is highly prevalent in adults with obstructive sleep apnea: a large-scale polysomnographic study. *J Clin Sleep Med.* 2023;19(3):443-51.
31. Ainoosah S, Farghal AE, Alzemei MS, Saini RS, Gurumurthy V, Quadri SA, et al. Comparative analysis of different types of occlusal splints for the management of sleep bruxism: a systematic review. *BMC Oral Health.* 2024;24(1):29.
32. Vieira MA, Oliveira-Souza AIS, Hahn G, Bähr L, Armijo-Olivo S, Ferreira APL. Effectiveness of biofeedback in individuals with awake bruxism compared to other types of treatment: A systematic review. *Int J Environ Res Public Health.* 2023;20(2):1558.
33. Buzatu R, Luca MM, Castiglione L, Sinescu C. Efficacy and safety of botulinum toxin in the management of temporomandibular symptoms associated with sleep bruxism: A systematic review. *Dent J.* 2024;12(6):156.
34. Fernández-Núñez T, Amghar-Maach S, Gay-Escoda C. Efficacy of botulinum toxin in the treatment of bruxism: Systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2019;24(4):e416-24.

35. Chisini LA, Pires ALC, Poletto-Neto V, Damian MF, Luz MS, Loomans B, Pereira-Cenci T. Occlusal splint or botulinum toxin-A for jaw muscle pain treatment in probable sleep bruxism: A randomized controlled trial. *J Dent.* 2024;151:105439.
36. Bussadori SK, Motta LJ, Horliana ACRT, Santos EM, Martimbianco ALC. The current trend in management of bruxism and chronic pain: an overview of systematic reviews. *J Pain Res.* 2020;13:2413-21.
37. Bergmann A, Edelhoff D, Schubert O, Erdelt KJ, Pho Duc JM. Effect of treatment with a full-occlusion biofeedback splint on sleep bruxism and TMD pain: a randomized controlled clinical trial. *Clin Oral Investig.* 2020;24(11):4005-18.