

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA

SEGUNDA ESPECIALIDAD DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR



Trabajo Académico

“Evaluación de los niveles de níquel y cromo en cabello y saliva en pacientes con aparato de ortodoncia fija: Una revisión de literatura”

Para optar el Título de:

“Segunda Especialidad en Ortodoncia y Ortopedia Maxilar”

AUTOR

Hanco Ramos Gladys (0009-0008-4184-3895)

ASESOR

Escalante Otárola Wilfredo (000-0003-4879-3938)

Tacna, 2024

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, **GLADYS HANCCO RAMOS**, en calidad de egresado de la Sección de Segunda Especialidad de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI, 42579004 declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada:

“EVALUACION DE LOS NIVELES DE NIQUEL Y CROMO EN CABELLO Y SALIVA EN PACIENTES CON APARATO DE ORTODONCIA FIJA: UNA REVISION DE LITERATURA”

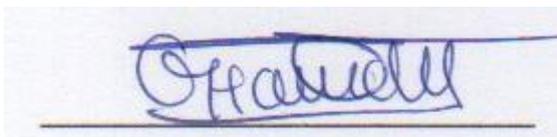
Asesorada por: **DR WILFREDO ESCALANTE OTAROLA**, la cual presente para optar el: Título Profesional de Segunda Especialidad en: **ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR**

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, habiéndose respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra los derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a La Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra.

En consecuencia, me hago responsable frente a La Universidad de cualquier responsabilidad que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello a favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.



DNI: 42579004

Fecha: 09-10-2024

Evaluación de los niveles de níquel y cromo en cabello y saliva en pacientes con aparato de ortodoncia fija: Una revisión de literatura

Gladys Hanco Ramos

Facultad de Ciencias de la Salud, Escuela Profesional de Odontología, Universidad Privada de Tacna - UPT, Tacna, Perú.

Autor de correspondencia:

Gladys Hanco Ramos, Calle Uruguay 186 2do piso urb. Garibaldi, Ilo, Moquegua. Celular 926821223. E-mail: gladyshr061785@gmail.com

DEDICATORIA:

A mis dos queridos hijos Manuel y Jimena por ser mi mayor motivación para no rendirme y ser mejor profesional cada día y poder llegar a ser un ejemplo para ellos.

AGRADECIMIENTOS:

A Dios quién me ha guiado y me ha dado la fortaleza para seguir adelante aun frente a las adversidades que se presentaban.

A mis hijos, por comprenderme cuando tuve que ausentarme y no poder dedicarles el tiempo que se merecían.

A mi esposo por su cariño, comprensión y apoyo moral en los momentos más difíciles de esta etapa.

A mi familia por su comprensión y estímulo constante, además su apoyo incondicional a lo largo de mis estudios

A mis docentes, Dr. Manuel Adriazola, Dr. Jorge Melgar, Dra. Leandra Ríos, por su exigencia académica y por compartir todos sus conocimientos durante el proceso de formación.

Resumen

Introducción: El uso de aparatología ortodóncica fija metálica a base de níquel y cromo principalmente, por periodos extensos, puede desencadenar la liberación por encima de los valores aceptables de estos elementos y causar algún efecto citotóxico e interferir en la salud del paciente.

Objetivo: El objetivo de esta revisión fue evaluar las variaciones del nivel de Ni y Cr en saliva y cabello en sujetos sometidos a tratamiento de ortodoncia fija en comparación con controles sin presencia de aparatos de ortodoncia.

Metodología: La metodología de la revisión de artículos abordó el tema como respuesta a la pregunta de investigación ¿se producen cambios en los niveles de Ni y Cr en la saliva y cabello en sujetos sometidos a tratamiento de ortodoncia fija en comparación con controles sin presencia de aparatos de ortodoncia?, se realizó la búsqueda de artículos en bases de datos PubMed y Scopus con 10 años de antigüedad evaluando los títulos y resúmenes, se emplearon descriptores o palabras clave como “metal fixed orthodontics”, “nickel and chromium in orthodontics”, “hair and saliva”, se emplearon criterios de selección especificando solo artículos sobre aparatología ortodóncica metálica fija y estudios en saliva y cabello .

Resultados: La revisión de los estudios se realizó según los criterios de inclusión establecidos, siguiendo el método PRISMA-ScR para la selección y análisis de artículos. Todos los artículos fueron in vivo analizando la variación en los niveles de níquel y cromo en la saliva y cabello de pacientes portadores de aparatología ortodóncica, se usó principalmente el método de espectrofotometría de absorción atómica y Técnica de fluorescencia de rayos X de reflexión total.

Conclusión: Los cambios producidos en los niveles de níquel y cromo en saliva y cabello son significativas las cuales son más elevadas durante las primeras semanas de tratamiento, es importante para el paciente recibir la adecuada información sobre estos procesos que sufren los aparatos ortodóncicos y tenerlos en cuenta si se presenta alguna alteración en su salud.

Palabras clave: Ortodoncia fija, saliva, cabello, níquel, cromo.

Abstract

Introduction: The use of fixed orthodontic appliances made of nickel and chromium, mainly, for long periods, can trigger the release of these elements above acceptable levels and cause some cytotoxic effect and interfere with the patient's health.

Objective: The objective of this review was to evaluate the variations in the level of Ni and Cr in saliva and hair in subjects undergoing fixed orthodontic treatment compared to controls without the presence of orthodontic appliances.

Methodology: The methodology of the article review addressed the topic in response to the research question: Are there changes in the levels of Ni and Cr in saliva and hair in subjects undergoing fixed orthodontic treatment compared to controls without the presence of orthodontic appliances? A search was carried out for articles in PubMed and Scopus databases dating back 10 years, evaluating the titles and abstracts. Descriptors or keywords such as "metal fixed orthodontics", "nickel and chromium in orthodontics", "hair and saliva" were used. Selection criteria were used specifying only articles on fixed metal orthodontic appliances and studies on saliva and hair.

Results: The review of the studies was carried out according to the established inclusion criteria, following the PRISMA-ScR method for the selection and analysis of articles. All articles were in vivo analyzing the variation in nickel and chromium levels in saliva and hair of patients wearing orthodontic appliances, mainly using the atomic absorption spectrophotometry method and the Total Reflection X-ray Fluorescence Technique.

Conclusion: The changes produced in the levels of nickel and chromium in saliva and hair are significant, which are higher during the first weeks of treatment. It is important for the patient to receive adequate information about these processes that orthodontic appliances undergo and to take them into account if any alteration in their health occurs.

Keywords: Fixed orthodontics, saliva, hair, nickel, chromium.

Introducción

En el campo de la ortodoncia, los dispositivos fijos se elaboran empleando una variedad de materiales que poseen características físicas y mecánicas específicas. El acero inoxidable es el material más utilizado para fabricar estos elementos, como brackets, bandas, tubos bucales y otros accesorios, debido a su bajo costo, gran resistencia y durabilidad (1). La composición principal de estos dispositivos incluyen níquel (Ni), cromo (Cr), hierro (Fe) y cobre (Cu)(2).

A pesar de ser altamente biocompatibles estos metales sufren corrosión cuando se someten a cambios en la cavidad bucal tanto de temperatura como cambios químicos por ingesta de alimentos, resultando en una liberación de iones como níquel y cromo, lo que puede provocar efectos tóxicos, como hipersensibilidad, dermatitis, asma, potencial carcinogénico (3,4).

Se conoce que el valor aproximado de níquel consumido a diario procedente de una dieta normal es de 200 a 300 a 600 $\mu\text{g}/\text{día}$. Del mismo modo los valores de cromo es de 50 a 200 $\mu\text{g}/\text{día}$ procedentes de la dieta . Según estudios se conoce que la liberación de níquel in vitro procedentes de aparatos ortodónticos era de 22 a 40 $\mu\text{g}/\text{día}$, valor por debajo del consumo normal (5).

Por tal motivo, el objetivo de esta revisión es analizar los niveles de níquel y cromo en saliva y cabello, en pacientes tratados con ortodoncia fija convencional y sus variaciones durante el tratamiento a consecuencia de la liberación de estos dos elementos contenidos en los aparatos ortodónticos.

Metodología

Pregunta de investigación

La pregunta de investigación para esta revisión de literatura se ha formulado de manera específica para permitir identificar los estudios más relevantes y lo suficientemente amplia para poder resolver la problemática evaluada. ¿Hay variación en los niveles de Ni y Cr en la saliva y cabello en pacientes sometidos a tratamiento de ortodoncia fija en comparación con controles sin presencia de aparatos de ortodoncia?

Estrategia de búsqueda

En mayo del 2024, se realizó una búsqueda avanzada de artículos científicos utilizando las bases de datos PubMed y Scopus para recopilar información. Se emplearon descriptores o palabras clave como “fixed orthodontics”, “Nickel and chromium”, “hair”, “saliva”, en los términos de búsqueda. Para evitar duplicados, las referencias se organizaron utilizando la búsqueda de citas en Mendeley (ver Tabla 1).

Tabla 1. Estrategia de búsqueda de descriptores de las diferentes bases de datos

PubMed (30/05/2024): n = 21 ((fixed orthodontics) AND (Nickel and chromium)) AND ((hair) OR (saliva))
Scopus (12/05/2024) n = 27 TITLE-ABS-KEY (orthodontics AND nickel AND chromium AND hair OR saliva)

Criterios de selección

Los criterios de inclusión abarcaron estudios sobre ortodoncia fija y niveles de níquel y cromo en cabello o saliva en artículos publicados en los últimos 10 años y escritos en inglés.

Se excluyeron estudios in vitro, estudios que solo trataban de brackets estéticos.

Resultados

Extracción de datos

Los artículos seleccionados se evaluaron mediante sus títulos y resúmenes, siguiendo los criterios de inclusión establecidos. Esta revisión fue realizada de manera independiente, se excluye cualquier artículo que no cumplía con los criterios mencionados. El proceso de selección de artículos se adhirió

al método PRISMA-ScR (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews), como se muestra en la Figura 1 (6)

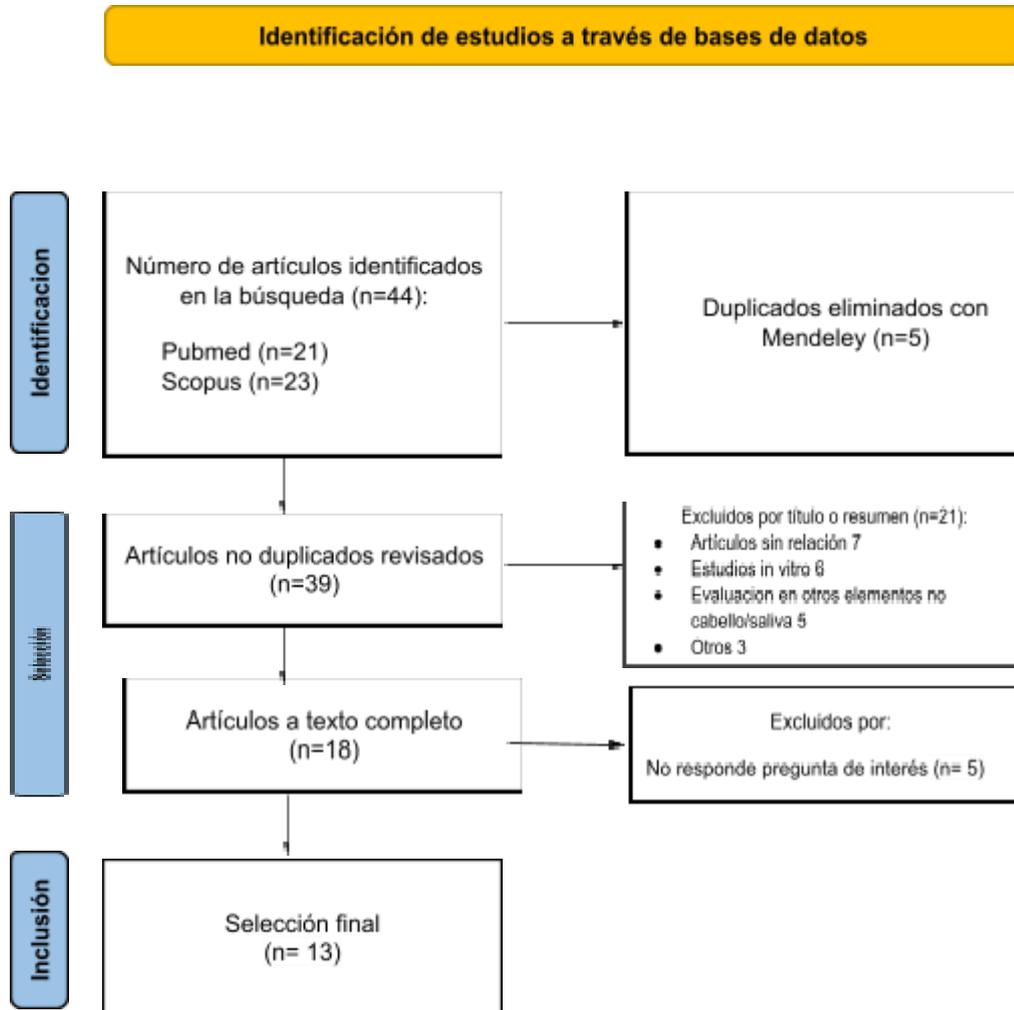


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA de la revisión de literatura

Después de una búsqueda exhaustiva en las bases de datos PubMed y Scopus, se identificaron inicialmente 44 artículos científicos. Se eliminaron 5 publicaciones duplicadas, se obtuvo un total de 39 artículos únicos. Luego de revisar los títulos y resúmenes, se excluyeron 21 artículos.

Los títulos y resúmenes de los restantes fueron analizados manualmente, eliminando aquellos que no cumplían con los criterios de exclusión. Los artículos seleccionados para la lectura de texto completo fueron examinados y se excluyó los que carecían de información relevante. Finalmente, se seleccionaron 13 artículos que cumplían con todos los criterios de inclusión y exclusión establecidos.

Riesgo de sesgo

Para evaluar la calidad metodológica de los estudios incluidos, el autor realizó una evaluación independiente de los datos utilizando un formulario manual específico. Este formulario fue diseñado para abordar las siguientes categorías: objetivo del estudio, muestra utilizada, método para evaluar las muestras, resultados obtenidos y conclusiones.

Tabla 2. Características de los datos obtenidos de los artículos incluidos en la síntesis

#	Autores y año	Objetivo	Muestra	Métodos	Resultados	Conclusiones
1	Ana Martín, et al (2014) (4)	Evaluar los niveles de Cu, Cr, Fe, Mn y Ni en el cabello humano de un amplio grupo de población tratado con aparatos de ortodoncia $n = 70$ en comparación con el grupo de control ($n = 56$).	Cabello	Espectrometría de absorción atómica	Los niveles de níquel y cromo no presentaron cambios en comparación con el grupo control.	Los cambios no fueron significativos.
2	Dwivedi et al. (2015) (1)	Determinar y comparar el nivel de níquel y cromo en la saliva de pacientes sometidos a tratamiento de ortodoncia fija en diferentes períodos de tiempo: Grupo I (antes de la colocación del aparato), Grupo II, III y IV (después de 1 semana, 1 mes y 3 meses de colocación del aparato, respectivamente).	Saliva	Espectrofotometría de absorción atómica	El nivel de níquel y cromo en la saliva fue más alto en el Grupo II y más bajo en el Grupo I para ambos iones. En la comparación entre diferentes grupos, fue estadísticamente significativo para todos los grupos ($<0,001$) excepto entre el Grupo III y el Grupo IV.	La mayor variación en los niveles se dio durante la primera semana de tratamiento.
3	Nayak RS, et al (2015)(7)	Evaluar la liberación de iones de níquel y cromo de los aparatos de ortodoncia en saliva utilizando en un grupo de personas antes del tratamiento, al finalizar la alineación y a los 10 o 12 meses.	Saliva	Espectrómetro de masas	Niveles pretratamiento: níquel 48.78, cromo 69.74 Niveles post alineación níquel 59.19, cromo 102.68 Niveles a los 10-12 meses níquel 46.33 cromo 87.07	Aunque la concentración de Ni y Cr en saliva es inferior a la dosis diaria recomendada, se debe considerar el uso de otros materiales.
4	Amini F, et al 2015 (8)	Evaluar los niveles de níquel y cromo en el cabello en pacientes con ortodoncia fija antes del tratamiento y 6 meses después.	Cabello	Espectrofotometría de absorción atómica	Los niveles de níquel fueron: Antes $0,1380 \pm 0,0570$; 6 meses $0,6715 \pm 0,1785$ $\mu\text{g/g}$. Las concentraciones de cromo fueron: Antes $0,1455 \pm 0,0769$; 6 meses $0,1683 \pm 0,0707$ $\mu\text{g/g}$. Después de 6 meses, el níquel aumentó en un 387 % y el cromo aumentó en un 16 %.	Los niveles de níquel si se vieron aumentados de manera significativa tras 6 meses.
5	Kumar RV. et al. 2016 (9)	El objetivo de este estudio fue evaluar la liberación de iones de níquel y cromo en la saliva de 5 pacientes masculinos y 5 pacientes femeninas. Las muestras de saliva se	Saliva	Espectrometría de emisión óptica de plasma acoplado inductivamente.	Níquel: antes 0.002-0.006; a los 10 días 0.011- 0.050; al mes 0.026-0.045, mg/l Cromo: antes 0.001-0.003; a los 10 días 0.002- 0.007; al mes 0.004-0.016, mg/l	Los niveles de níquel y cromo se encontraban dentro de los límites permisibles. Sin

		recolectaron en tres etapas: muestra 1, antes del tratamiento de ortodoncia; muestra 2, después de 10 días; y muestra 3, después de 1 mes de tratamiento			Los niveles de níquel y cromo fueron estadísticamente significativos, mientras que el níquel mostró un aumento gradual en los primeros 10 días y una disminución posterior. El cromo mostró un aumento gradual y fue estadísticamente significativo al día 30.	embargo, algunas personas hipersensibles pueden ser alérgicas a este nivel mínimo permisible.
6	Lages RB. et al. 2017 (10)	El objetivo fue medir los niveles salivales de níquel (Ni), cromo (Cr), hierro (Fe) y cobre (Cu) liberados por aparatos de ortodoncia fijos metálicos y estéticos. 90 pacientes se dividieron en tres grupos (n = 30): control (nunca habían recibido tratamiento de ortodoncia), aparatología metálica y aparatología estética	Saliva	Técnica de fluorescencia de rayos X de reflexión total	Los niveles medidos fueron: Control: Ni: 4.14, Cr:10.32ug/L Aparatología metálica: Ni: 221.20, Cr:89.65ug/L Aparatología estética: Ni: 173.68, Cr:55.88ug/L	La concentración de Ni y Cr en la saliva de pacientes sometidos a tratamiento de ortodoncia metálica fue mayor que en la saliva de pacientes con aparatos estéticos
7	Khaneh masjedi, et al 2017(11)	Evaluar las concentraciones de níquel y cromo en el cabello de 46 (24 mujeres y 22 varones) pacientes de ortodoncia antes del tratamiento y 6 meses después del inicio del tratamiento en dos grupos de brackets convencionales y brackets MIM.	Cabello	Espectrofotometría de absorción atómica	En ambos grupos combinados (n = 46) El níquel aumentó de 0,1600 ± 0,0890 µg/g de masa de cabello seco (pretratamiento) a 0,3199 ± 0,1706 (sexto mes). El cromo aumentó de 0,1657±0,0884 (pretratamiento) a 0,3066±0,1362 µg/g(sexto mes).	El aumento del nivel de níquel y cromo en ambos grupos fue significativo no hubo influencia por el sexo ni tipo de bracket.
8	Jamshidi S, et al (2018)(12)	Medir los niveles de iones Ni y Cr en 24 pacientes tratados con aparatos de ortodoncia fijos al año de tratamiento en comparación con el grupo de control de 28 pacientes sin tratamiento.	Cabello	Espectrofotómetro de absorción atómica mediante el método del horno de grafito.	Los niveles obtenidos fueron: Grupo control: Ni (0,086 ± 0,007) y Cr (0,258 ± 0,009) µg/g Grupo de pacientes: Ni (0,149 ± 0,010) y Cr (0,339 ± 0,013) µg/g .	El aumento en los niveles de ambos elementos son estadísticamente significativos, lo cual lleva a la recomendación del uso de otros materiales.
9	Mudjari S. et al. 2019 (13)	Evaluar los niveles de iones de níquel y cromo en el cabello de pacientes de ortodoncia y evaluar la corrosión de las superficies de los brackets de ortodoncia.	Cabello	Espectroscopia de absorción atómica.	Después de 16 meses de tratamiento, en comparación con el valor inicial, el nivel de níquel en el cabello aumentó 7,7 veces; mientras que para el cromo fue 3,3 veces.	Entre más tiempo de tratamiento mayor será la corrosión de la superficie de los brackets por ende la liberación de iones se ve aumentada.
10	Quadras DD, et al (2019)(14)	Evaluar la liberación de níquel, cromo y zinc en la saliva y el suero de pacientes sometidos a	Saliva	Espectrofotometría de absorción	Níquel 5,02 ppb, Cromo 1,27 ppb (antes)	Se evidencia un aumento significativo de

		tratamiento de ortodoncia fija.		atomica	Níquel 67 ppb, Cromo 30,8 ppb (1.5 años)	niveles de níquel y cromo pero no alcanzan niveles de toxicidad.
11	Imani MM, et al, 2019(5)	El objetivo de esta revisión sistemática fue evaluar los niveles salivales de níquel y cromo mediante un metanálisis de estudios transversales y de cohortes.	Saliva	Este meta-análisis fue desarrollado mediante los criterios PRISMA, se consideraron 14 artículos.	Los niveles de níquel y cromo evaluados tuvieron un aumento de 3,14 µg/L y 0,09 µg/L respectivamente	Los niveles de níquel y cromo en saliva muestran un aumento en sus niveles, más de níquel.
12	Imani MM. et al. 2019 (15)	El objetivo de esta revisión sistemática fue evaluar los niveles de Níquel y Cromo en el cabello de pacientes sometidos a tratamiento de ortodoncia fija en comparación con controles.	Cabello	El meta-análisis fue diseñado con base en las guías de (PRISMA) Se realizaron búsquedas en bases de datos (PubMed, Web of Science, Scopus, Cochrane Library y ScienceDirect)	De los 38 estudios en las bases de datos consultadas, 6 estudios se incluyeron en el metanálisis. La diferencia entre niveles de Ni en el cabello entre los casos y los controles fue de 0,95 µg/g (lo que mostró que el nivel de Ni fue similar en los casos en comparación con los controles. Los niveles de Cr en el cabello fue de 0,88 µg/g, por lo que el nivel de Cr fue similar en los casos en comparación con los controles.	Teniendo presente los niveles ligeramente elevados de los elementos níquel y cromo, el cambio en los componentes de los aparatos de ortodoncia sería una solución a la problemática.
13	Urbutyte k. et al. 2023 (16)	El objetivo de la presente revisión fue evaluar los cambios en la cantidad de níquel y cromo en la saliva entre pacientes que usan aparatos ortopédicos.	Saliva	La revisión siguió las pautas PRISMA, incluyendo 12 artículos.	Níquel CG—2,3 lg/L (3 meses) EG—4,197 lg/L Cromo CG—2,9 lg/L (3 meses) EG—3,3 lg/L	El estudio arroja que hay un aumento significativo sin llegar al nivel de toxicidad.

Síntesis de resultados

Los artículos que se han incluido en esta revisión fueron desarrollados in vivo los cuales han evaluado los niveles de níquel y cromo en saliva y cabello de pacientes sometidos a tratamiento de ortodoncia con aparatología metálica, estos artículos se enfocan en medir estos dos elementos principalmente ya que son los mayores componentes de los aparatos de ortodoncia de acero.

En algunos casos se hicieron las mediciones teniendo un grupo control y luego las variaciones en distintas etapas del tratamiento, como también solo en dos momentos antes y después, el método de evaluación fue en su mayoría con espectrofotometría de absorción atómica.

Discusión

El aumento en la demanda de tratamientos de ortodoncia hace que más pacientes reciban ortodoncia con brackets fijos. Estos aparatos metálicos, compuestos de níquel, cobalto, cromo, titanio, hierro y cobre, liberan iones en la saliva como resultado de procesos de corrosión. El óxido de cromo proporciona una película anticorrosiva sobre el brackets, en situaciones propias del día a día, esta capa se altera debido a la masticación, el cepillado, el flujo de saliva, calidad de higiene y actividades enzimáticas, la fricción entre brackets y alambres, así como las bebidas ácidas, los enjuagues bucales o las pastas dentales (11,12,15,16).

La liberación de iones de níquel y cromo están relacionados con la activación de células epiteliales e inmunitarias, desencadenando una respuesta alérgica y de hipersensibilidad, que, aunque es conocida en términos generales, aún no se entienden completamente los mecanismos moleculares involucrados (4,16).

Este proceso de liberación de metales en el organismo ha llevado a la investigación y al estudio en otras muestras una de las cuales es el cabello, el cual es un vehículo de excreción importante para metales además de ser el mejor biomarcador de exposición (4,11).

Los estudios arrojan que si hay cambios estadísticamente significativos en los niveles de níquel y en menor cantidad el cromo en saliva, aunque estos no superan el nivel causante de citotoxicidad, si son responsables de procesos de hipersensibilidad, procesos inflamatorios agudos en tejidos bucales, lo cual merece una profunda investigación (1,5,7,9,10,14,16).

Los estudios realizados en cabello muestran un cambio marcado en los niveles de níquel y cromo los cuales son mayores en los primeros meses, sufriendo una disminución luego de algunas semanas (4,8,11-13,15).

Se recomienda realizar más estudios sobre la liberación de iones metálicos y evaluar su relación con distintas patologías ya sean agudas y crónicas. adicional a esto realizar un estudio comparativo sobre marcas de aparatos de ortodoncia enfocado en la calidad de fabricación, su estabilidad y proceso de corrosión.

Conclusiones

Los niveles de níquel y cromo en saliva y cabello si sufren variaciones estadísticamente significativas, las cuales han sido estudiadas en esta revisión mediante comparación de grupos controles sin presencia de aparatos ortodóncicos.

Los mayores niveles de níquel y cromo se producen entre la primera semana y el segundo mes de tratamiento.

Se debe poner atención en el tiempo de tratamiento, la calidad de los insumos para la fabricación de los aparatos de ortodoncia, modificación del tipo de dieta durante el tratamiento esto con la finalidad de disminuir el proceso de corrosión.

Se recomienda tomar como alternativa de tratamiento aparatología ortodóncica estética o de materiales libres de metal.

Referencias bibliográficas

1. Dwivedi A, Tikku T, Khanna R, Maurya RP, Verma G, Murthy RC. Release of nickel and chromium ions in the saliva of patients with fixed orthodontic appliance: An in-vivo study. *Natl J Maxillofac Surg* [Internet]. 2015 Jan-Jun;6(1):62–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.4103/0975-5950.168224>
2. Laird C, Xu X, Yu Q, Armbruster P, Ballard R. Nickel and chromium ion release from coated and uncoated orthodontic archwires under different pH levels and exposure times. *J Oral Biosci* [Internet]. 2021 Dec;63(4):450–4. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.job.2021.10.007>
3. Mirhashemi SA, Jahangiri S, Mahdavi Moghaddam M, Bahrami R. Nickel and Chromium Ion Release from Orthodontic Wires Subjected to Various Drinks and Distilled Water. *Front Dent* [Internet]. 2023 Sep 18;20:33. Available from: <http://dx.doi.org/10.18502/fid.v20i33.13639>
4. Martín-Cameán A, Molina-Villalba I, Jos A, Iglesias-Linares A, Solano E, Cameán AM, et al. Biomonitorization of chromium, copper, iron, manganese and nickel in scalp hair from orthodontic patients by atomic absorption spectrometry. *Environ Toxicol Pharmacol* [Internet]. 2014 Mar;37(2):759–71. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.etap.2014.01.025>
5. Imani MM, Mozaffari HR, Ramezani M, Sadeghi M. Effect of Fixed Orthodontic Treatment on Salivary Nickel and Chromium Levels: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Dent J* [Internet]. 2019 Mar 1;7(1). Available from: <http://dx.doi.org/10.3390/dj7010021>
6. Tricco AC, Lillie E, Zarin W, O'Brien KK, Colquhoun H, Levac D, et al. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): Checklist and Explanation. *Ann Intern Med* [Internet]. 2018 Oct 2;169(7):467–73. Available from: <http://dx.doi.org/10.7326/M18-0850>
7. Nayak RS, Khanna B, Pasha A, Vinay K, Narayan A, Chaitra K. Evaluation of Nickel and Chromium Ion Release During Fixed Orthodontic Treatment Using Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometer: An In Vivo Study. *J Int Oral Health* [Internet]. 2015 Aug;7(8):14–20. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26464533>
8. Amini F, Mollaei M, Harandi S, Rakhshan V. Effects of fixed orthodontic treatment on hair nickel and chromium levels: a 6-month prospective preliminary study. *Biol Trace Elem Res* [Internet]. 2015 Mar;164(1):12–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s12011-014-0188-0>
9. Kumar RV, Rajvikram N, Rajakumar P, Saravanan R, Deepak VA, Vijaykumar V. An Accurate Methodology to detect Leaching of Nickel and Chromium Ions in the Initial Phase of Orthodontic Treatment: An in vivo Study. *J Contemp Dent Pract* [Internet]. 2016 Mar 1;17(3):205–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1828>
10. Lages RB, Bridi EC, Pérez CA, Basting RT. Salivary levels of nickel, chromium, iron, and copper in patients treated with metal or esthetic fixed orthodontic appliances: A retrospective cohort study. *J Trace Elem Med Biol* [Internet]. 2017 Mar;40:67–71. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jtemb.2016.12.011>
11. Khaneh Masjedi M, Haghghat Jahromi N, Niknam O, Hormozi E, Rakhshan V. Effects of fixed orthodontic treatment using conventional (two-piece) versus metal injection moulding brackets on hair nickel and chromium levels: a double-blind randomized clinical trial. *Eur J Orthod* [Internet]. 2017 Feb;39(1):17–24. Available from: <http://dx.doi.org/10.1093/ejo/cjw017>
12. Jamshidi S, Rahmati Kamel M, Mirzaie M, Sarrafan A, Khafri S, Parsian H. Evaluation of scalp hair nickel and chromium level changes in patients with fixed orthodontic appliance: a one-year

follow-up study. *Acta Odontol Scand* [Internet]. 2018 Jan;76(1):1–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/00016357.2017.1372624>

13. Mudjari S, Achmad MH, Singgih MF, Rieuwpassa IE, Akbar FH. Nickel and chromium ion levels in hair and gingival crevicular fluid with the corrosion of brackets in orthodontic patients: A longitudinal study. *Pesqui Bras Odontopediatria Clin Integr* [Internet]. 2019;19(1):1–9. Available from: <http://revista.uepb.edu.br/index.php/pboci/article/view/4546/pdf>
14. Quadras DD, Nayak USK, Kumari NS, Priyadarshini HR, Gowda S, Fernandes B. study on the release of nickel, chromium, and zinc in saliva and serum from patients treated with fixed orthodontic appliances. *Dent Res J* [Internet]. 2019 Jul-Aug;16(4):209–15. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31303873>
15. Imani MM, Delavarian M, Arab S, Sadeghi M. Assessment of hair nickel and chromium levels in patients with a fixed orthodontic appliance: a systematic review and meta-analysis of case-control studies. *Postepy Dermatol Alergol* [Internet]. 2019 Jun;36(3):261–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.5114/ada.2018.74520>
16. Urbutyte K, Barčiūtė A, Lopatienė K. The changes in nickel and chromium ion levels in saliva with fixed orthodontic appliances: A systematic review. *Appl Sci* [Internet]. 2023 Apr 10;13(8):4739. Available from: <https://www.mdpi.com/2076-3417/13/8/4739>