

Clinical Topic

**Multiple Wurzelresorptionen
unklarer Genese – ein Fallbericht**

Accepted: January 19, 2026
DOI: 10.61872/sdj-2026-01-03
2026, Vol. 136
CC BY-ND 4.0

Tobias Zeller¹, Ralf Schulze^{1*}, Philippe Biel¹, Dorian Braun¹, Andrea Marrassini²

¹Klinik für Oralchirurgie und Stomatologie, zmk Bern, Universität Bern, Bern, Schweiz

²Institut für Gewebemedizin und Pathologie, Universität Bern

*Correspondence: Prof. Dr. Ralf Schulze, Leiter Abteilung Oral Diagnostic Sciences, Zahnmedizinische Kliniken der Universität Bern, Freiburgstrasse 7, 3010 Bern, Schweiz.
Tel. number: + 4131684 0618, email: ralf.schulze@unibe.ch

Keywords

Root resorption, external root resorption, ankylosis, internal root resorption

Abstract

Root resorption is a pathological process that can have many causes and various implications. The following case shows a patient with multiple advanced root resorptions. The clinical and radiological findings indicated replacement resorptions and cervical resorptions. Histological examination of one of the extracted teeth showed non-specific findings with no evidence of replacement resorption. The cause of the resorption in this case remains unclear, although a possible connection with testosterone deficiency is being considered.

Einleitung

Die Prävalenz von Wurzelresorptionen liegt bei ca. 15% (1). Sie variiert je nach Ursache stark, von bis zu 82% nach kieferorthopädischen Behandlungen (2) bis zu extrem selten auftretenden idiopathischen Wurzelresorptionen (3,4).

Wurzelresorptionen sind ein multifaktorielles Phänomen, welches in der Erwachsenenendition meist einen pathologischen Vorgang darstellt, aber auch physiologisch auftreten kann (5,6). Als pathologische Ursachen für Wurzelresorptionen kommen Infektionen, verlagerte Weisheitszähne, kieferorthopädische Behandlungen und Traumata in Frage (7–14). Als physiologische Wurzelresorption wird die externe Oberflächenresorption, oder «healing-related resorption» beschrieben (15).

Wurzelresorptionen werden grundsätzlich in zwei Hauptkategorien unterteilt: interne und externe Resorptionen. Diese lassen sich je nach Ätiologie, Lokalisation und Verlauf weiter differenzieren.

Die Interne Resorption beschreibt eine progressive Destruktion der Pulpa und des umliegenden Dentins, welche meist im mittleren oder apikalen Wurzelkanal stattfindet (5). Die interne Resorption kommt öfters bei Inzisiven vor, kann aber auch im Seitenzahnggebiet auftreten (16). Als Ursachen einer internen Wurzelresorption werden vor allem infektiöse Prozesse, beispielsweise infolge einer Karies, sowie traumatische Einwirkungen beschrieben. Die genaue Ätiopathogenese ist jedoch bislang nicht vollständig geklärt (16). Betroffene Zähne sind meist symptomlos und reagieren anfänglich noch positiv auf den CO₂-Sensibilitätstest, aber mit Fortschreiten der Resorption und der Zerstörung des Wurzelkanals werden die Zähne avital. Im späteren Stadium kann die Zahnkrone eine rosa Färbung annehmen, ein sogenannter «pink-spot» (17). Die Therapie der internen Resorption beschränkt sich auf die Wurzelkanalbehandlung, was durch die veränderte Wurzelkanalanatomie erschwert wird (5). Sobald die Wurzeloberfläche durch die Resorption perforiert ist, ist die Prognose des Zahns bedeutend schlechter, es kann versucht werden die Perforation mittels eines biokompatiblen Zementes (zB.MTA) zu verschliessen (17,18).

Die Externe Resorption startet an der Wurzeloberfläche mit der Zerstörung der Zementblasten und löst progressiv das darunterliegende Dentin auf, je nach Art der Resorption bis hin zur Pulpa (19). Es

gibt bei der externen Wurzelresorption mehrere Unterkategorien, welche im Folgenden beschrieben werden.

Die oberflächliche externe Resorption ist eine kleinflächige, teils reversible Resorption, welche oft das Wurzelzement nicht überschreitet und in den meisten Fällen klinisch und radiologisch nicht sichtbar ist (20).

Die entzündliche externe Resorption ist eine aggressivere Art der externen Resorption, welche durch ein Trauma, mechanischer oder chemischer Natur, des Zahns ausgelöst wird und mit einer Entzündung der Pulpa und des Periodontiums einhergeht (16). Die Resorption der Hart- und Weichgewebe löst an sich keine Symptome aus, jedoch kann die betroffene Person durch Begleiterscheinungen der Ursache (Trauma, apikale Parodontitis) der Resorption Symptome aufweisen (6). Entzündliche Resorptionen werden wie die internen Resorptionen mittels Wurzelkanalbehandlungen therapiert, um die zugrundeliegende Entzündung zu entfernen und die Resorption so zu stoppen. Dies kann bei bestehenden entzündlichen Resorptionen, oder präventiv geschehen, bspw. bei starken Zahndislokationen sollte nach der Reposition direkt die Wurzelkanalbehandlung eingeleitet werden, um Resorptionen zu einem späteren Zeitpunkt vorzubeugen (6).

Die cervikale Resorption geht meist von der Schmelzzementgrenze aus und ist in der Regel aggressiv (16). Diese Art von Resorption kann in weitere Kategorien eingeteilt werden, die Ursache und Ätiologie der cervikalen Resorption ist aber in allen Fällen noch nicht abschliessend geklärt. Die Therapie besteht meist aus der Kürettage und oberflächlichen Entfernung der Gewebe in der Resorptionszone und der konservierenden Deckung des Defekts. Je nach Ausdehnung der Läsion wird zusätzlich ein chirurgischer Zugang, oder eine Wurzelkanalbehandlung benötigt. (21,22).

Die letzte Kategorie von externen Wurzelresorptionen ist die Ersatzresorption, bei der das resorbierte Zement und Dentin durch Knochen ersetzt wird. Diese Art von Resorption kommt durch ein Trauma des Wurzelzements zustande, infolgedessen die Vaskularisierung der Zementblasten nicht mehr gewährleistet wird und sie nekrotisieren (16). Ersatzresorptionen gehen oft mit einer Ankylose des betroffenen Zahns einher. Die Prognose der Zähne hängt vor Allem mit dem Alter der

Patienten ab, bei Kindern schreitet die Zerstörung des Dentins in der Regel schnell voran, und der Zahn geht innerhalb von 3 – 7 Jahren verloren (23). Bei Erwachsenen Personen ist der Verlauf langsamer (24). Bei der Ersatzresorption gibt es bis anhin keine Therapie (24).

Fallbeispiel

1. Anamnese

Ein 62-jähriger Patient wurde uns zugewiesen für die Extraktion der Zähne 17, 18, 36 und 37 aufgrund von Resorptionen der Wurzeln und einer Zyste in regio 37. Der Patient leidet an einem Testosteronmangel und substituiert diesen mit Testosteron-Gel und Utrogestan Tabletten (Progesteron). Ansonsten ist der Patient gesund und Nichtraucher. Der Patient war zum Zeitpunkt der Untersuchung beschwerdefrei, berichtete jedoch über wiederkehrende Beschwerden im Unterkiefer links.

2. Klinischer Befund

Intraoral zeigte sich der Zahn 14 klopfdolent mit einer Mobilität Grad 1. Der Zahn 17 war perkussionsnegativ, der Klopfeschall war physiologisch und er wies bukkal Sondierungstiefen bis zu 6mm mit Blutung auf Sondierung auf, und an der mesiobukkalen Wurzel konnte klinisch eine Resorption erkannt werden. Der Zahn 18 war retiniert. Die Zähne 36 und 37 zeigten keine Schmerzen auf Perkussion und Zahn 37 wies keine erhöhten Sondierungswerte auf. Lingual von Zahn 36 konnte ein Einbruch sondiert werden, mit der Sondierung wurde ein Schmerz provoziert. Die Zähne 17, 36 und 37 reagierten alle verzögert, aber positiv auf den CO₂ Sensibilitätstest.

3. Radiologischer Befund

Auf dem Einzelzahnrontgen von Zahn 17 und 18 (Abb. 1a) konnte eine stark verkürzte Wurzel des Zahns 17 erkannt werden, sowie ein hypoplastischer Zahn 18. Auf dem Einzelzahnrontgen konnte in regio 36 eine intrakoronale Aufhellung erkannt werden (Abb. 1b). Die cervikale Resorption an Zahn 36 entspricht einer Heithersay Klasse 3 (25). Der Parodontalspalt der Zähne 36 und 37 war radiologisch nicht sichtbar. Der Zahn 37 wies verkürzte Wurzeln auf.

Auf der Panoramaschichtaufnahme (Abb. 2) war zusätzlich apikal und distal von Zahn 37 im corpus

mandibulae links eine unscharf begrenzte Aufhellung zu erkennen. Die Zähne 13 und 14 wiesen eine apikale Osteolysezone auf und die Zähne 22, 24, 25, 35, 44 und 45 wiesen verkürzte Wurzeln auf. In regio 46 präsentiert sich eine hyperdense Struktur im Sinne eines Wurzelrests.

Aufgrund der unklaren Aufhellung im Unterkiefer links wurde eine digitale Volumentomographie (DVT) angefertigt. Zum Ausschluss weiterer Resorptionen und zur genaueren Diagnostik der Resorptionen in regio 17/18 wurde ein grosses Fenster zur Darstellung des gesamten Ober- und Unterkiefers gewählt. Auf dem DVT konnte in regio 17 eine komplett fehlende mesiobukkale Wurzel, sowie stark verkürzte Wurzeln palatinal und distobukkal erkannt werden. (Abb. 3a) Der Zahn 18 lag zwischen der distobukkalen und palatinalen Wurzel von 17 (Abb. 3b). Im Zahn 36 konnte wiederum die Lyse in der Krone erkannt werden (Abb. 3c), welche in der neueren Klassifikation nach Patel für externe cervikale Resorptionen in dreidimensionalen Bildgebungen einer Grösse 2Ap entspricht (21). Im corpus mandibulae links apikal von Zahn 37 zeigte sich eine ca. 14 x 16 mm grosse Osteolysezone mit einer unklaren Begrenzung (Abb. 3d). Die hyperdense Struktur in regio 46 kann im DVT nicht eindeutig einer radix relictata zugeordnet werden.

4. Diagnostik und Therapieempfehlung

Die radiologischen Zeichen von Zahn 17 deuten am wahrscheinlichsten auf eine Ersatzresorption hin, wobei die Ätiologie unklar bleibt. Die Resorption an Zahn 36 ist klinisch und radiologisch mit einer cervikalen Resorption zu vereinbaren. In regio 37 ist die Diagnose ebenfalls unklar, mit Verdacht auf eine radikuläre Zyste. Die Zähne 17, 36 und 37 weisen eine schlechte Langzeitprognose auf. Aufgrund der Beschwerdefreiheit an Zahn 17 wäre ein Belassen des Zahns ebenfalls möglich gewesen, der Patient wünschte jedoch die Entfernung. Durch die nahe Lagebeziehung von Zahn 18 zu 17 wurde entschieden, diesen ebenfalls zu entfernen. In Regio 37 wurde zusätzlich die Zystektomie mit Biopsie eingepplant.

Für den Zahn 14 wurde beschlossen die endodontische Therapie zu einem späteren Zeitpunkt beim Privat Zahnarzt durchzuführen. Aufgrund des klinisch unauffälligen Bilds in regio 46 wurde entschieden keine Therapie einzuleiten.

5. Operativer Eingriff

Der operative Eingriff erfolgte in Lokalanästhesie. Der Zahn 17 wurde mit der Zange entfernt, nach der Extraktion waren die beinahe komplett resorbierten Wurzeln klinisch ersichtlich (Abb. 4b und 4c). Danach wurde in regio 15 vertikal entlastet und ein Mukoperiostallappen gebildet, um den Zahn 18 darzustellen. Nach bukkaler und mesialer Osteotomie konnte der Zahn 18 in toto mit dem Hebel entfernt werden (Abb 4a). Um verbleibende Wurzelreste auszuschliessen, wurde innerhalb der Alveole von Zahn 17 wenig osteotomiert, der Knochen darunter präsentierte sich klinisch unauffällig ohne Wurzelreste. Die Wunde wurde anschliessend mit diversen Einzelknopfnähten (Dafilon 4-0) verschlossen. Der Zahn 37 wurde mit dem Hebel entfernt und wies ebenfalls klinisch resorbierte Wurzeln auf (Abb 4d). Innerhalb der Alveole erschienen alle Knochenwände intakt und es konnte entgegen der Vermutung auf der digitalen Volumentomographie kein Zystenlumen dargestellt werden (Abb 5a). In regio 36 wurde anschliessend eine vertikale Entlastung durchgeführt und ein Mukoperiostallappen gebildet. Es erfolgte die Dekapitation und Separation von Zahn 36 (Abb 4e). Die Wurzeln waren beide ankylosiert und konnten nicht mobilisiert werden. Deshalb erfolgte circumradikulär eine Osteotomie. Der Parodontalspalt von Zahn 36 war nur im krestalen Anteil noch erkennbar, danach konnte das Wurzelentin nicht mehr eindeutig vom umliegenden Knochen abgegrenzt werden. Im Bereich der mesialen und distalen Wurzel wurde osteotomiert, bis das verbliebene Hartgewebe nur noch knöchern erschien. 2 Anteile der distalen Wurzel respektive des Ersatzgewebes, sowie ein wenig Weichgewebe, welches sich bei der Osteotomie distal anliegend an die Wurzeln fand, wurden zur histopathologischen Begutachtung an die Pathologie der Universität Bern geschickt. Die Wundränder wurden mit diversen Einzelknopfnähten mit einem monofilen Faden (Dafilon 4-0, B. Braun SE, Melsungen, Deutschland) verschlossen. Der Patient erhielt postoperativ Ibuprofen 600mg (3x täglich, Optifen 600, Spirig Healthcare, Egerkingen, Schweiz) und eine antiseptische Mundspülung (2x täglich für 1 Woche, Chlorhexamed forte Lös. 0.2%, Weybridge, England).

In den Nachkontrollen eine Woche nach dem operativen Eingriff zeigten sich fibrinbelegte Alveolen (Abb 6a und 6c). Der Patient war beschwerdefrei. Sieben Monate nach dem operativen Eingriff zeigte

sich eine reizlose und komplett epithelialisierte Mukosa in den regiones 17/18 und 36/37 (Abb 6b und 6d).

6. Histologie

Histopathologisch zeigte sich bei Zahn 36 vitales lamelläres Knochengewebe, sowie freiliegende Zahnbestandteile ohne Nachweis von Ersatzgewebe (Abb 7a). Im eingesendeten Weichgewebe distal der Wurzel von Zahn 36 fand sich fibrosiertes Weichgewebe mit Zeichen einer überwiegend chronischen und fokal aktiver Entzündung, mit Nachweis von Lymphozyten, Plasmazellen und, nur fokal, neutrophile Granulozyten (Abb 7b). Fokal auch in dieser Lokalisation ein Nachweis von unauffälligen Knochenfragmenten.

7. Diagnose

Basierend auf der klinischen und radiologischen Untersuchung, sowie unter Beachtung des histopathologischen Befundes wurde die Diagnose einer Ersatzresorption ohne Ankylose für Zahn 17 gestellt und einer cervikalen Resorption für Zahn 36.

8. Weiteres Procedere

Der Patient wurde nach der Entfernung der Zähne 17, 18, 36 und 37, sowie die Kontrollen der Wundheilung an die Privatpraxis zurücküberwiesen. Dort wurde die Freundsituation im Oberkiefer rechts und im Unterkiefer links mit jeweils einem Implantat zur Verlängerung der Zahnreihe versorgt. Die fehlenden Zähne im Oberkiefer links und Unterkiefer rechts wünschte der Patient bis zum jetzigen Zeitpunkt nicht zu ersetzen.

Diskussion

Wurzelresorptionen an bleibenden Zähnen stellen ein unerwünschtes pathologisches Ereignis dar, das verschiedene Ursachen haben kann (6). Es gibt in der Literatur keine beschriebene universelle Therapie der Resorptionen (26). Je nach Art und Gravität der Resorption variiert die Therapie. Sie reicht von Belassen mit radiologischen und klinischen Kontrollen über Wurzelbehandlung, bis zur Extraktion (27).

Die Ursache der verschiedenen und multiplen Resorptionen in diesem Fall blieb ohne klare Ursache. Zahn 18 erschien nicht die Ursache zu sein für die Wurzelresorptionen am Zahn 17. Der

Testosteronmangel des Patienten wurde als Mitursache diskutiert. Es gibt Evidenz in Mausstudien, dass Sexualhormone bei Wurzelresorptionen eine Rolle spielen (28). Hiernach schützt die Anwesenheit von Östrogen im Körper die Zähne vor Wurzelresorptionen nach kieferorthopädischen Zahnbewegungen. Es gibt momentan keine Literatur, welche eine Verbindung zwischen Sexualhormonen und Wurzelresorptionen im Menschen bilden. Dieser Fall zeigt, dass viele Mechanismen und Ursachen von Wurzelresorptionen an Zähnen noch nicht abschliessend geklärt sind. Wir haben uns in diesem Fall aufgrund der Progression und der Resorptionen des Wunsches nach einer Gesamtsanierung für eine chirurgische Intervention entschieden. Generell existiert keine universelle Therapieoption für Zähne mit Wurzelresorptionen, es muss von Fall zu Fall individuell entschieden werden.

Der Patient weist einen Hypogonadismus auf und erhält daher eine Testosteron-Ersatztherapie (TRT). Diese kann über verschiedene Applikationsformen verabreicht werden, darunter transdermale Gele, Pflaster, orale Präparate und Injektionen, die jeweils spezifische Vor- und Nachteile aufweisen (29). Obwohl TRT wiederholt mit potenziellen kardiovaskulären Risiken diskutiert wurde, zeigen aktuelle systematische Übersichten eine insgesamt gute Sicherheit sowie gesundheitsfördernde Effekte (30,31)

Im Hinblick auf die spätere Implantatversorgung stellt sich die Frage, wie sich ein Testosteronmangel oder eine laufende Steroidtherapie auf die Osseointegration auswirken. Sowohl ein erniedrigter als auch ein erhöhter Testosteronspiegel hat negative Effekte auf die Knochendichte (32). Daher wird eine Substitutionstherapie empfohlen, um den Hormonspiegel zu stabilisieren. Der Einfluss von Sexualhormonen auf die Einheilung von Zahnimplantaten ist bislang nur unzureichend untersucht. In einer tierexperimentellen Studie an Kaninchen zeigte sich eine verzögerte Knochenapposition an Implantatoberflächen unter anaboler Steroidtherapie (33).

Zusammenfassung und Fazit

Dieser Fall zeigt multiple fortgeschrittene Wurzelresorptionen mit unterschiedlicher Ausprägung, deren Ursache unklar blieb. Ein möglicher Zusammenhang mit dem Testosteronmangel des Patienten konnte diskutiert, aber nicht bestätigt werden. Der Verlauf unterstreicht die Komplexität und die

bislang unzureichend verstandenen Mechanismen der Wurzelresorption. Da keine universelle Therapie existiert, ist es wichtig, das Vorgehen individuell zu gestalten.

Zusammenfassung

Wurzelresorptionen sind ein pathologischer Vorgang, welcher viele Ursachen haben kann und verschiedene Folgen mit sich zieht. Dieser Fall zeigt einen Patienten mit multiplen stark fortgeschrittenen Wurzelresorptionen. Die klinischen und radiologischen Befunde sprachen für Ersatzresorptionen und cervikale Resorptionen. Die histologische Untersuchung des einen entfernten Zahns zeigte unspezifische Befunde ohne Anhalt auf eine Ersatzresorption. Die Ursache für die Resorptionen in diesem Fall bleibt unklar, auch wenn eine mögliche Verbindung mit einem Testosteronmangel in Betracht gezogen wird.

Résumé

La résorption radiculaire est un procès pathologique qui peut avoir de nombreuses causes et entraîner diverses conséquences. Ce cas présente un patient avec plusieurs résorptions radiculaires très avancées. Les résultats cliniques et radiologiques indiquaient des résorptions de substitution et des résorptions cervicales. L'examen histologique d'une dent extraite a révélé des résultats non spécifiques sans indication d'une résorption de substitution. La cause des résorptions dans ce cas reste incertaine, même si un lien possible avec un déficit en testostérone est envisagé.

Referenzen

1. Dao V, Mallya SM, Markovic D, et al. Prevalence and Characteristics of Root Resorption Identified in Cone-Beam Computed Tomography Scans. *J Endod* [Internet]. 2023 Feb 1 [cited 2025 Oct 25];49(2):144–54. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36509167/>.
2. Li Y, Deng S, Mei L, et al. Prevalence and severity of apical root resorption during orthodontic treatment with clear aligners and fixed appliances: a cone beam computed tomography study. *Prog Orthod* [Internet]. 2020 Dec 1 [cited 2024 Dec 24];21(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31903505/>.
3. Wang N, Zhang M, Zhu J, et al. Multiple idiopathic cervical root resorption: A systematic review. *Oral Dis* [Internet]. 2023 Sep 1 [cited 2024 Dec 23];29(6):2409–22. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36251582/>.
4. Gault P. Idiopathic ankylosis-resorption: diagnosis and treatment. *Int Orthod* [Internet]. 2013 Sep [cited 2024 Dec 23];11(3):262–77. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23880073/>.
5. Patel S, Ricucci D, Durak C, et al. Internal root resorption: a review. *J Endod* [Internet]. 2010 [cited 2024 Dec 23];36(7):1107–21. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20630282/>.
6. Abbott P V., Lin S. Tooth resorption-Part 2: A clinical classification. *Dent Traumatol* [Internet]. 2022 Aug 1 [cited 2024 Dec 24];38(4):267–85. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35605161/>.
7. Yassir YA, McIntyre GT, Bearn DR. Orthodontic treatment and root resorption: an overview of systematic reviews. *Eur J Orthod* [Internet]. 2021 Aug 1 [cited 2024 Dec 23];43(4):442–56. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33215186/>.
8. Sameshima GT, Iglesias-Linares A. Orthodontic root resorption. *J World Fed Orthod* [Internet]. 2021 Dec 1 [cited 2024 Dec 23];10(4):135–43. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34785166/>.
9. Bratteberg M, Thelen DS, Klock KS, et al. Traumatic dental injuries and pulp sequelae in an adolescent population. *Dent Traumatol* [Internet]. 2021 Apr 1 [cited 2024 Dec 23];37(2):294–301. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33220150/>.
10. de Souza BDM, Dutra KL, Reyes-Carmona J, et al. Incidence of root resorption after concussion, subluxation, lateral luxation, intrusion, and extrusion: a systematic review. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2020 Mar 1 [cited 2024 Dec 23];24(3):1101–11. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31953685/>.
11. Estrela C, Guedes OA, Rabelo LEG, et al. Detection of apical inflammatory root resorption associated with periapical lesion using different methods. *Braz Dent J* [Internet]. 2014 Sep 1 [cited 2024 Dec 23];25(5):404–8. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25517775/>.
12. Laux M, Abbott P V., Pajarola G, et al. Apical inflammatory root resorption: a correlative radiographic and histological assessment. *Int Endod J* [Internet]. 2000 [cited 2024 Dec 23];33(6):483–93. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11307251/>.
13. Li D, Tao Y, Cui M, et al. External root resorption in maxillary and mandibular second molars associated with impacted third molars: a cone-beam computed tomographic study. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2019 Dec 1 [cited 2024 Dec 23];23(12):4195–203. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30793243/>.
14. Tassoker M. What Are the Risk Factors for External Root Resorption of Second Molars Associated With Impacted Third Molars? A Cone-Beam Computed Tomography Study. *J Oral Maxillofac Surg* [Internet]. 2019 Jan 1 [cited 2024 Dec 23];77(1):11–7. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30265857/>.
15. Pohl Y, Geist P, Filippi A. Transplantation of primary canines after loss or ankylosis of upper permanent incisors. A prospective case series study on healing and survival. *Dent Traumatol* [Internet]. 2008 [cited 2025 Nov 25];24(4):388–403. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18721337/>.

16. Heboyan A, Avetisyan A, Karobari MI, et al. Tooth root resorption: A review. *Sci Prog* [Internet]. 2022 Jul 1 [cited 2024 Dec 24];105(3). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35759366/>.
17. Nilsson E, Bonte E, Bayet F, et al. Management of internal root resorption on permanent teeth. *Int J Dent* [Internet]. 2013 [cited 2024 Dec 24];2013. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24348560/>.
18. HAAPASALO M, ENDAL U. Internal inflammatory root resorption: the unknown resorption of the tooth. *Endod Topics* [Internet]. 2006 Jul 1 [cited 2025 Oct 25];14(1):60–79. Available from: [/doi/pdf/10.1111/j.1601-1546.2008.00226.x](https://doi/pdf/10.1111/j.1601-1546.2008.00226.x).
19. Leach HA, Ireland AJ, Whaites EJ. Radiographic diagnosis of root resorption in relation to orthodontics. *Br Dent J* [Internet]. 2001 [cited 2024 Dec 24];190(1):16–22. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11235970/>.
20. Gunraj MN. Dental root resorption. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* [Internet]. 1999 [cited 2024 Dec 24];88(6):647–53. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10625842/>.
21. Patel S, Foschi F, Mannocci F, et al. External cervical resorption: a three-dimensional classification. *Int Endod J* [Internet]. 2018 Feb 1 [cited 2024 Dec 24];51(2):206–14. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28746776/>.
22. Bardini G, Orrù C, Ideo F, et al. Clinical management of external cervical resorption: A systematic review. *Australian Endodontic Journal* [Internet]. 2023 Dec 1 [cited 2025 Nov 29];49(3):769–87. Available from: [/doi/pdf/10.1111/aej.12794](https://doi/pdf/10.1111/aej.12794).
23. Andersson L, Bodin I, Sörensen S. Progression of root resorption following replantation of human teeth after extended extraoral storage. *Endod Dent Traumatol* [Internet]. 1989 [cited 2025 Oct 25];5(1):38–47. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/2598883/>.
24. Finucane D, Kinirons MJ. External inflammatory and replacement resorption of luxated, and avulsed replanted permanent incisors: a review and case presentation. *Dent Traumatol* [Internet]. 2003 Jun [cited 2024 Dec 24];19(3):170–4. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12752540/>.
25. Heithersay GS. Clinical, radiologic, and histopathologic features of invasive cervical resorption. *Quintessence Int* [Internet]. 1999 Jan [cited 2025 Nov 29];30(1):27–37. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10323156/>.
26. Ahangari Z, Nasser M, Mahdian M, et al. Interventions for the management of external root resorption. *Cochrane Database Syst Rev* [Internet]. 2015 Nov 24 [cited 2024 Dec 24];2015(11). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26599212/>.
27. Patel S, Saberi N, Pimental T, et al. Present status and future directions: Root resorption. *Int Endod J* [Internet]. 2022 Oct 1 [cited 2025 Jan 2];55(Suppl 4):892. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9790676/>.
28. Amaro ERS, Ortiz FR, Dorneles LS, et al. Estrogen protects dental roots from orthodontic-induced inflammatory resorption. *Arch Oral Biol* [Internet]. 2020 Sep 1 [cited 2024 Dec 30];117. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32592932/>.
29. A Review of Testosterone Therapy Options for Men [Internet]. [cited 2025 Nov 30]. Available from: <https://www.uspharmacist.com/article/a-review-of-testosterone-therapy-options-for-men>.
30. Blackwell KM, Buckingham H, Paul KK, et al. Benefits of Testosterone Replacement Therapy in Hypogonadal Males. *The Journal of the American Board of Family Medicine* [Internet]. 2024 Sep 1 [cited 2025 Nov 30];37(5):816–25. Available from: <https://www.jabfm.org/content/37/5/816>.

31. Cannarella R, Gusmano C, Leanza C, et al. Testosterone replacement therapy and vascular thromboembolic events: a systematic review and meta-analysis. *Asian J Androl* [Internet]. 2023 Mar 1 [cited 2025 Nov 30];26(2):144. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10919420/>.
32. Ma J, Zhao J, Wu N, et al. Inverted U-shaped association between total testosterone with bone mineral density in men over 60 years old. *BMC Endocr Disord* [Internet]. 2024 Dec 1 [cited 2025 Nov 29];24(1):249. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11572123/>.
33. Lupi SM, Sassi AN, Addis A, et al. The Impact of Nandrolone Decanoate in the Osseointegration of Dental Implants in a Rabbit Model: Histological and Micro-Radiographic Results. *Materials* [Internet]. 2021 May 1 [cited 2025 Nov 29];14(9):2258. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8123797/>.