proLékaře.cz | 5.2.2026

POTENCIÁL REVASKULARIZACE AUTOTRANSPLANTOVANÝCH ZUBŮ S UKONČENÝM VÝVOJEM KOŘENE: JE OŠETŘENÍ KOŘENOVÝCH KANÁLKŮ VŽDY NEZBYTNÉ?

Přehledový článek

THE REVASCULARIZATION POTENTIAL OF THE AUTOTRANSPLANTED TEETH WITH COMPLETE ROOT FORMATION: IS ROOT CANAL THERAPY ALWAYS NECESSARY?

Literature review

Marton J.[1, 2,*], Sváková G.[3], Kovalský T.[1, 2], Pokorný Z.[1, 2, 3]
[1]Klinika zubního lékařství, Lékařská fakulta Univerzity Palackého v Olomouci
[2]Klinika zubního lékařství, Fakultní nemocnice Olomouc
[3]Dental Sphere, privátní praxe, Olomouc
[*]Korespondující autor

SOUHRN

Úvod a cíl: Autotransplantace zubů u dospělých pacientů představuje výzvu kvůli nízké pravděpodobnosti revaskularizace zubní dřeně vyžadující ošetření kořenových kanálků. Toto ošetření nejen komplikuje celkové ošetření, ale v některých případech jej činí neproveditelným. Cílem této práce je prozkoumat alternativní postupy pro autotransplantaci zubů u dospělých pacientů, které by eliminovaly potřebu následného ošetření kořenových kanálků donorového zubu.
Metodika: Pro zodpovězení této otázky provedl autor rešerši v online databázích Scopus, Web of Science a MEDLINE.
Výsledky: Současné protokoly pro autotransplantované zuby s ukončeným vývojem doporučují ošetření kořenových kanálků před operací anebo 14 dní po operaci. Studie řídící se těmito protokoly prezentují vysokou úspěšnost a prediktabilitu. Alternativním přístupem je zahájit ošetření kořenových kanálků pouze v případě výskytu postoperačních komplikací. Tento přístup však přináší výzvy v postoperačním hodnocení klinického stavu zubní dřeně. Pro zvýšení potenciálu zubní dřeně pro revaskularizaci lze provést extraorální resekci kořenového hrotu (EORR).
Závěr: Pro klinickou praxi je důležitý správný výběr případů i s ohledem na anatomii endodontu. Riziko komplikací alternativních postupů ve srovnání se současnými protokoly zastiňuje potenciální benefity. EORR v kombinaci s metodami umožňujícími objektivní měření revaskularizace zubní dřeně může představovat možnosti pro další výzkum.

Klíčová slova: autotransplantace zubů, ukončený vývoj kořene, ošetření kořenových kanálků, revaskularizace, extraorální resekce kořenového hrotu

SUMMARY

Introduction and aim: Tooth autotransplantation in adult patients presents a challenge due to the low probability of pulp revascularization, often requiring root canal treatment (RCT). RCT not only complicates the overall procedure, but in some cases makes the procedure unfeasible. The aim of this review is to explore alternative procedures for tooth autotransplantation in adult patients that could eliminate the need for elective RCT of the donor tooth.
Materials: To address this question, the authors conducted a literature search in the online databases Scopus, Web of Science, and MEDLINE.
Results: The current protocols involve performing RCT before or 14 days after surgery. Recent studies that follow these protocols show high predictability and success rate. An alternative approach is to initiate RCT only in the case of postoperative complications. However, this protocol poses challenges in the postoperative assessment of the clinical condition of the pulp. To enhance the potential for pulp revascularization, an extraoral root-end resection (EORR) may be performed.
Conclusion: For clinical practice, proper case selection, including consideration of endodontic anatomy, is crucial. The risk of complications associated with alternative approaches outweighs their potential benefits compared to current protocols. EORR, combined with methods enabling an objective measurement of pulp revascularization, may offer opportunities for further research.

Key words: tooth autotransplantation, complete root formation, root canal treatment, revascularization, extraoral root-end resection

Marton J, Sváková G, Kovalský T, Pokorný Z.
Potenciál revaskularizace autotransplantovaných zubů s ukončeným vývojem kořene:
Je ošetření kořenových kanálků vždy nezbytné?
Čes. stomatol. Prakt. zub. lék. (Czech Dental Journal). 2025; 125(2): 27–34. doi: 10.51479/cspzl.2025.004

proLékaře.cz | 5.2.2026

ÚVOD

Jednou z možností náhrady chybějícího zubu je chirurgický přesun zubu z jednoho místa na jiné neboli autotransplantace [1]. U mladých pacientů je autotransplantace často preferovanou metodou, a to díky méně komplikovanému průběhu chirurgického výkonu, schopnosti zubní dřeně revaskularizovat a dokončit vývoj kořene. Tato metoda je podpořena lety výzkumů [2], množstvím vědecké literatury s dlouhodobými výsledky [3, 4]. U dospělých pacientů je však léčba složitější kvůli komplexní anatomii kořenů, která komplikuje atraumatickou extrakci a vyžaduje následné ošetření kořenových kanálků [5]. Komplikované ošetření kořenových kanálků prodlužuje a prodražuje celé ošetření, v některých případech dokonce činí výkon nemožným. Proto je pro lékaře častokrát vhodnější zvolit místo autotransplantace raději dentální implantáty. Pokud by bylo možné předejít nutnosti ošetření kořenových kanálků, výrazně by se zvýšila šance na úspěch tohoto výkonu a rozšířila by se jeho využitelnost i u dospělých pacientů.

Cílem této práce je prozkoumat možnosti revaskularizace u autotransplantovaných zubů s dokončeným vývojem kořene a zvážit alternativní postupy, které by eliminovaly nutnost následného ošetření kořenových kanálků donorového zubu.

METODIKA

Pro zodpovězení výše uvedené otázky provedli k datu 18. září 2023 dva autoři rešerši v online databázích Scopus, Web of Science a MEDLINE. Hledané výrazy v rozšířeném vyhledávání byly „autotransplant*“ v titulech, „root*“ a „matur*“ OR „complete*“ v názvu nebo abstraktu. Byly použity pouze články v anglickém jazyce. Nalezené články publikované v rozmezí let 1990–2023 byly roztříděny podle typu studie. Duplikáty a články nesouvisející s autotransplantací zubů byly vyloučeny za pomoci software EndNote 20. Veškerá dostupná literatura byla důkladně prozkoumána s cílem identifikovat všechny postupy ošetření kořenových kanálků autotransplantovaných zubů včetně alternativních postupů. Články s nedefinovaným stadiem vývoje kořene případně obsahující také zuby s neukončeným vývojem kořene byly vyloučeny ze souboru.

Pro stanovení běžných postupů ošetření kořenových kanálků u autotransplantovaných zubů s ukončeným vývojem kořene byly zvoleny klinické studie s mediánem sledování alespoň pět let a souborem alespoň 30 subjektů. Články s alternativním přístupem k ošetření kořenových kanálků, spočívajícím v neprovedení tohoto ošetření a případné úpravě donorového zubu, byly sesbírány a roztříděny podle typu studie.

VÝSLEDKY

Celkový počet nalezených článků činil 336. Po odstranění všech duplikatur zůstalo 164 článků. Hlavní autor provedl iniciální rešerši článků ve smyslu přečtení abstraktů. Celkem 13 dlouhodobých studií se souborem alespoň 30 pacientů bylo zahrnuto do určení běžných postupů ošetření kořenových kanálků autotransplantovaných zubů s ukončeným vývojem kořene. Tyto studie jsou zobrazeny v **tabulce 1**. Čtyři studie Yoshina a kol. pracovaly s obdobným souborem pacientů, proto je uvedena pouze studie s největším souborem pacientů [6].

Současná literatura a aktuální protokoly

Současné protokoly pro autotransplantaci zubů – A step-by step guide for autotransplantation of teeth od Tsukiboshiho z roku 2023 [7] a protokoly ze sympozií v Rotterdamu v roce 2023 a Kodani v roce 2024 kladou důraz na důsledné plánování, správný výběr případů a prezervaci vitality periodontálních vláken pro dosažení optimálních výsledků. U zubů s ukončeným vývojem kořene je podle těchto protokolů vždy nutné provést ošetření kořenových kanálků před provedením chirurgického výkonu nebo 14 dnů po provedení operace. Nutnost provedení ošetření kořenových kanálků v souvislosti s nepravděpodobností revaskularizace zubní dřeně u zubů, které dokončily vývoj kořene a mají uzavřený apikální otvor, byla definována na přelomu století v publikacích Andreasena a kol. a Tsukiboshiho [8, 9]. Načasování ošetření kořenových kanálků před provedením transplantace nebo dva týdny po provedení transplantace snižuje prevalenci postoperačních komplikací, jak lze vidět v aktuálních publikacích s rozsáhlými soubory pacientů [10, 11].

Historický pohled na alternativní přístupy

Většina autorů v nalezených publikacích prováděla ošetření kořenových kanálků u všech autotransplantátů s ukončeným vývojem kořene v časovém rozmezí dvou až čtyř týdnů po provedení autotransplantace, přičemž se opírala o již výše zmiňované protokoly Andreasena a kol. [8] a Tsukiboshiho [9]. Toto načasování souvisí s dobou hojení periodontálních vláken [12]. Mimo ošetře-

proLékaře.cz | 5.2.2026

ní kořenových kanálků postoperačně autoři prováděli toto ošetření rovněž před provedením výkonu a bylo možné doplnit je následnou resekcí kořenového hrotu s retrográdním plněním během operace, nebo provést celé ošetření kořenových kanálků ortográdně extraorálně během operace. Poslední varianta však s sebou nese riziko postoperačních komplikací v souvislosti s prodlouženým extraorálním časem [12].

I přes množství studií, kde bylo prováděno ošetření kořenových kanálků u všech donorových zubů s ukončeným vývojem kořene, lze nalézt také publikace, kde autoři prováděli ošetření kořenových kanálků pouze v případě vzniku postoperačních komplikací [13, 14]. Protokol, ze kterého tito autoři vycházeli, byl publikován v roce 1987 a je známý jako Pogrelův protokol [15].

Další alternativní postup zmiňovaný pouze v jedné klinické studii s menším souborem pacientů [16] a v několika kazuistikách [17, 18] popisoval provedení extraorální resekce kořenového hrotu (EORR) pro zvýšení pravděpodobnosti revaskularizace autotransplantátů. Tento přístup byl poprvé prezentován ve studiích se zvířaty již v 80. letech [19].

KRITICKÉ FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ ÚSPĚŠNOST REVASKULARIZACE ZUBNÍ DŘENĚ

Anatomické a biologické faktory

Revaskularizace zubní dřeně je možná u zubů s nedokončeným vývojem, u zubů s ukončeným vývojem kořene však představuje výzvu. V České republice je vývoj kořene zubů nejčastěji klasifikován do pěti stadií podle Cveka. V zahraniční literatuře se však v souvislosti s autotransplantací častěji používá klasifikace podle Moorreese a kol. [20] se sedmi stadii vývoje kořene. Tato klasifikace umožňuje přesnější definici konečné fáze vývoje kořene, jelikož poslední tři stadia detailně charakterizují stav apikálního otvoru a periapikálních tkání při dosažení plné délky kořene.

Pro lepší pochopení potenciálu revaskularizace zubní dřeně je nezbytné definovat kritický rozměr defektu, tedy oblasti tkáně vyžadující obnovení cévního zásobení, které bylo ztraceno během výkonu. Kritický rozměr defektu je determinován délkou kořene a průměrem fyziologického apikálního otvoru. Podle klinických studií [8] je revaskularizace zubní dřeně nejpravděpodobnější u zubů s apikálním otvorem o průměru alespoň 1 mm^2 a délkou kořene do 14 mm. Revaskularizační procesy však byly ve výjimečných případech pozorovány i u menšího apikálního průměru nebo u delšího kořene, avšak s výrazně nižší pravděpodobností úspěchu. Podobné závěry přinášejí i histologické studie, které prokazují vrůstání nové tkáně do zubů i v případech s menším apikálním rozměrem [21].

Faktory spojené s chirurgickým výkonem

Histologické studie zabývající se revaskularizací autotransplantátů s ukončeným vývojem kořene jsou vzácné, přičemž většina z nich byla provedena na zvířecích modelech [21], nejčastěji po provedení EORR [19, 22]. Série starších studií od Skoglunda ukázala, že odontoblastická vrstva autotransplantovaných zubů jen zřídka přežívá [19]. Po přerušení cévního zásobení během výkonu nastává ischemie tkáně uvnitř kořenového systému. Význam přítomnosti této tkáně na revaskularizaci je však sporný. Starší studie na zvířecích modelech prokázaly možnost vrůstání nové tkáně do autotransplantovaných zubů s neukončeným vývojem [23]. Naopak mladší studie se souborem zvířat s ukončeným vývojem kořene naznačují, že přítomnost ischemické tkáně podporuje revaskularizaci [24]. Podobné výsledky lze nalézt i v publikaci série případů, kde při regenerativní endodoncii autotransplantovaná zubní dřeň podpořila revaskularizaci [25].

Na základě poznatků z publikací zaměřených na regenerativní endodoncii lze předpokládat, že za úspěšnou revaskularizaci autotransplantátu jsou s největší pravděpodobností zodpovědné migrující mezenchymové kmenové a progenitorové buňky [26], které pocházejí buď z periodontálních vláken, nebo z kostní dřeně [24, 27]. U zubů s neukončeným vývojem se jedná o buňky z apikální papily a Hertwigovy pochvy [28]. Obliterace kořenového systému, ke které dochází v případě úspěšné revaskularizace [8], je tvořena převážně ostrůvky cementoidní nebo kostní tkáně [29, 30].

Za předpokladu, že progenitorové buňky periodontálních vláken plní významnou roli v revaskularizaci, zůstává klíčové zachování vitality periodontálních vláken během výkonu. Zkrácení extraorálního času, jakož i snížení traumatu povrchu kořene autotransplantátu jsou zásadní [12]. K dosažení těchto cílů může v současné době výrazně napomoci 3D zobrazovací technika a použití CARP (computer-aided rapid prototyping) modelů donorových zubů během operace [31].

proLékaře.cz | 5.2.2026

Postoperační sledování a komplikace

Podle stávajících protokolů je doporučený follow-up po autotransplantaci zubu prováděn jednou měsíčně během prvních tří měsíců, následně šest měsíců po autotransplantaci a poté jednou ročně [7]. Zuby jsou sledovány kvůli možnému vzniku postoperačních komplikací, které lze rozdělit do dvou skupin: parodontální a endodontické [10].

Parodontální komplikace jsou definovány jako porušení povrchu kořene, jehož následkem vzniká náhradová resorpce a ankylóza. Tyto komplikace jsou často spojeny s chirurgickým traumatem donorového zubu [12]. Trauma v cervikální oblasti zubu může rovněž vytvořit místo pro invazi tkáně, což může vést ke vzniku ECIR (externí cervikální invazivní resorpce).

Endodontické komplikace jsou definovány jako komplikace spojené s bakteriální infekcí nekrotické zubní dřeně a lze je rozdělit na časné – zánětlivou resorpci kořene (inflammatory root resorption, IRR), a pozdní – apikální patologii. IRR vzniká v důsledku poškození povrchu kořene zubu v kombinaci s bakteriální infekcí. Její průběh lze zastavit včasným zahájením ošetření kořenových kanálků. Konvenční protokoly [8, 9], včetně aktuálního protokolu [7], proto doporučují eliminovat riziko vzniku IRR ošetřením kořenových kanálků u autotransplantátů s ukončeným vývojem kořene buď před chirurgickým výkonem, nebo 14 dnů po něm.

U alternativních přístupů byly návštěvy v rámci follow-up plánovány na jeden, tři, šest a devět měsíců, poté každých šest měsíců až do čtvrtého roku a následně jednou ročně [14]. Diagnostika endodontických komplikací při použití těchto postupů se obvykle pohybovala v rozmezí prvních tří let, přičemž zevní IRR byla nejčastěji diagnostikována kolem devátého měsíce, apikální patologie kolem jednoho roku a vnitřní IRR kolem dvou a půl roku [14].

POROVNÁNÍ ÚSPĚŠNOSTI KONVENČNÍCH A ALTERNATIVNÍCH PŘÍSTUPŮ

Dlouhodobá míra přežití a úspěšnosti

V souvislosti s dlouhodobými výsledky autotransplantovaných zubů lze hodnotit dvě proměnné: míru přežití, definovanou jako přítomnost zubu v dutině ústní, a míru úspěšnosti, která zahrnuje fyziologickou pohyblivost zubu, absenci klinických známek patologie a normální nález při rentgenovém vyšetření – tedy přítomnost normální periodontální štěrbiny a absenci známek resorpce kořene nebo apikální patologie podle Tsukiboshiho [9].

U konvenčních přístupů jsou často publikována data pro obě proměnné. Naopak u alternativních přístupů, kdy je ošetření kořenových kanálků odloženo až do vzniku endodontických komplikací, a kde lze proto očekávat nižší míru úspěšnosti, pokládají autoři za

Tab. 1 Načasování ošetření kořenových kanálků v dlouhodobých klinických studiích na autotransplantaci zubů s ukončeným vývojem kořene.

Tab. 1 *Timing of root canal treatment in long-term clinical studies on autotransplantation of teeth with complete root formation.*

Autor klinické studie	Počet zubů	Transplantovaný zub	Načasování ošetření kořenových kanálků	Míra přežití
Arikan 2008 [36]	32	C	postoperačně	pětileté přežití 96,9 %
Watanabe 2010 [37]	38	I, P, M	postoperačně	pětileté přežití 86,8 %
Patel 2011 [13]	63	C	pouze v případě vzniku komplikací	kumulativní přežití 14,5 let, míra přežití 83 %
Yoshino 2012 [6]	614	I, P, M	před chirurgickým výkonem, extraorálně během operace, postoperačně	kumulativní přežití pět let 90,1 %, 10 let 70,5 %
Kokai 2015 [38]	100	I, P, M	postoperačně	kumulativní přežití pět let 96,4 %, 10 let 89,5 %
Jang 2016 [39]	105	všechny typy	před chirurgickým výkonem, následná extraorální resekce kořenového hrotu s retrográdním plněním	kumulativní přežití 12 let 68,2 %
Murtadha 2017 [14]	184	všechny typy	pouze v případě vzniku komplikací	kumulativní přežití pět let 90,5 %
Yu 2017 [40]	65	W	postoperačně	přežití 10 let 90,8 %
Lin 2020 [41]	31	W	před chirurgickým výkonem	15leté přežití 43,4 %
	333	W	extraorálně během operace	56,6 %
	1447	W	postoperačně	58,3 %
Maddalone 2022 [42]	61	W	extraorálně během operace, postoperačně	pětileté přežití 90,3 %

V případě komparativních studií jsou data uvedena zvlášť pro jednotlivé porovnávané skupiny.
I – řezáky; **C** – špičáky; **P** – premoláry; **M** – moláry; **W** – zuby moudrosti.

proLékaře.cz | 5.2.2026

směrodatnou zejména míru přežití. Míra přežití autotransplantátů s ukončeným vývojem kořene v dlouhodobých studiích publikovaných do září 2023 dle typu donorového zubu a načasování ošetření kořenových kanálků je zobrazena v **tabulce 1.**

Úspěšnost a komplikace u konvenčního přístupu

Současné protokoly Tsukiboshiho a kol. z roku 2023 [7] a protokoly ze sympozií v Rotterdamu z roku 2023 a Kodani z roku 2024, které doporučují provést ošetření kořenových kanálků před transplantací, pokud je donorový zub přístupný, nebo 14 dnů po provedení chirurgie dosahují dlouhodobě stabilní výsledky s vysokou mírou přežití i úspěšnosti. Studie s rozsáhlými soubory pacientů řídící se aktuálními protokoly [10, 11] vykazují desetileté přežití autotransplantovaných premolárů s ukončeným vývojem u pacientů do 18 let v rozmezí 95,7 % až 100 % a u pacientů ve věku vyšším než 18 let 83,3 % až 87,5 %. Míra úspěšnosti v těchto studiích byla u pacientů mladších než 18 let 95,5 až 96,3 % a u starších se pohybovala v rozmezí 83,3 až 87,5 %. Je nutno poznamenat, že za použití současného protokolu byla prevalence endodontických komplikací u zubů s ukončeným vývojem rovna nule.

Úspěšnost alternativních přístupů (odložené ošetření kořenových kanálků, EORR)

Alternativní přístupy, kdy je autotransplantát s ukončeným vývojem kořene ponechán bez ošetření kořenových kanálků do diagnostiky prvních známek endodontických komplikací, vykazovaly pětileté přežití 90,5 % [14] a 83 % při průměrném sledování 14,5 let [13]. V první studii však nelze vyloučit možnou míru bias (systematické chyby při sběru nebo vyhodnocení dat), protože vývojové stadium kořene bylo určeno pouze na základě věku pacienta. Kromě toho byla ve studii zaznamenána vysoká míra ztráty pacientů během dlouhodobého sledování, která dosahovala 48 % již ve druhém roce, s následnou ztrátou 73,5 % v pátém a 90,5 % v desátém roce. Soubor donorových zubů byl smíšený, s dominantním zastoupením špičáků, a průměrný věk pacientů byl 18,7 let (s rozmezím 10 až 58 let). Výsledkem této studie bylo, že 59,3 % z donorových zubů s ukončeným vývojem neprojevovalo známky endodontických komplikací a nevyžadovalo ošetření kořenových kanálků. Zbytek ze souboru 184 zubů vyžadoval ošetření kořenových kanálků po časné diagnostice postoperačních endodontických komplikací. Ve druhé studii 65 % transplantovaných špičáků s ukončeným vývojem kořene vyžadovalo ošetření kořenových kanálků v souvislosti s endodontickými komplikacemi.

Vědeckých publikací, kde bylo provedeno EORR, je pouze omezené množství. Jedná se především o kazuistiky úspěšných případů autotransplantace zubů s ukončeným vývojem kořene po EORR u pacientů ve věkovém rozmezí 14–22 let [17, 18]. Většina těchto zubů byla zkrácena za účelem snížení traumatu při preparaci, zejména kvůli nedostatku místa v příjmové oblasti, a byly sledovány maximálně po dobu tří let. Zavedení EORR do klinické praxe bylo publikováno teprve nedávno. V jedné krátkodobé studii, která zahrnovala deset pacientů, u nichž bylo provedeno EORR [16], a série pěti případů byla publikovaná v roce 2023 [32]. V první zmíněné studii s pětiletým sledováním hlásili autoři jedno

Tab. 2 Charakteristika publikací, kde byla provedena resekce kořenového hrotu autotransplantovaného zubu.
Tab. 2 *Characteristics of publications in which extraoral root-end resection (EORR) of autransplanted teeth was performed.*

Autor publikace	Počet zubů	Typ donorového zubu	Délka sledování	Věk pacientů	Charakteristika studie
Jakse 2018 [17]	1	P	18 měsíců	14 let	Resekce apexu diamantovým diskem chlazeným vodou
Gaviño Orduña 2020 [18]	1	P	3 roky	22 let	3-D plánovaná operace, resekce apexu vytvořením rýhy tvrdokovovou fisurou a následnou frakturou
RG Meda 2021*	1	C	2 roky	42 let	3-D plánovaná operace
Raabe 2021 [16]	10 z 35	C, P, M, W	1,5–5,3 let	8–28 let, průměrný věk 13 let	Resekce apexu tvrdokovovou fisurou chlazenou Ringerovým roztokem, jeden zub měl komplikaci a vyžadoval ošetření kořenových kanálků, čtyři zuby vykazovaly obliteraci
Plakwicz 2023 [32]	5	C	2,2–6,6 let	12–14 let, průměrný věk 12,6 let	Resekce apexu diamantovým vrtákem chlazeným fyziologickým roztokem, revaskularizace proběhla u všech zubů, jedna komplikace ECIR

* Nedostupný full-text
C – špičáky; **P** – premoláry; **M** – moláry; **W** – zuby moudrosti

proLékaře.cz | 5.2.2026

selhání z důvodu ECIR a jeden zub vyžadoval ošetření kořenových kanálků z důvodu endodontické komplikace. Publikovaná série případů zaznamenala jednu parodontální komplikaci, přičemž žádný ze zubů nevyžadoval ošetření kořenových kanálků.

Přehled publikací klinického využití EORR u autotransplantace zubů s ukončeným vývojem kořene je zobrazen v **tabulce 2.**

DISKUSE

Význam ošetření kořenových kanálků u autotransplantovaných zubů

Ošetření kořenových kanálků u autotransplantátů s ukončeným vývojem kořene statisticky významně snižuje výskyt postoperačních endodontických komplikací. Nedávné studie řídící se současnými protokoly vykazují nulovou míru časných endodontických komplikací u autotransplantátů s ukončeným vývojem kořene a míru pozdních endodontických komplikací statisticky srovnatelnou s neukončeným vývojem [10, 11]. I přes dobrou dlouhodobou míru přežití [13] lze u alternativních postupů pozorovat téměř o řád vyšší prevalenci endodontických komplikací než při konvenčních postupech [14]. Je nutno dodat, že IRR, která je jedním z hlavních důvodů selhání autotransplantovaných zubů [3], se u alternativních postupů vyskytovala častěji než u postupů konvenčních.

Omezení alternativních metod a možnosti pro budoucí výzkum

Úskalí v případě alternativních metod spočívá v jejich nepředvídatelných výsledcích a nemožnosti objektivního zhodnocení revaskularizace zubní dřeně. U Pogrelova postupu, při kterém je zub ponechán bez ošetření kořenových kanálků a následně sledován do doby vzniku komplikací, je nutné důkladné postoperační sledování včetně rentgenologického vyšetření. Ani přes toto sledování však nemusí být komplikace zachyceny včas, což může vést ke ztrátě zubu v důsledku endodontických komplikací [14]. Navíc míra endodontických komplikací vyžadujících ošetření kořenových kanálků v těchto studiích častokrát převyšuje 50 % [13]. Přestože existují ojedinělé úspěšné pokusy na zvířecích modelech [21], nelze v klinických podmínkách předpokládat u zubů s ukončeným vývojem revaskularizaci zubní dřeně bez předchozí úpravy [8].

EORR byla doposud prezentována pouze v jedné krátkodobé klinické studii [16], v sérii kazuistik [32] a několika dalších kazuistikách, kde byla resekce provedena primárně kvůli deficitu vertikálního rozměru v příjmové oblasti [17, 18]. Uvedená klinická studie dosáhla 90% míry přežití v krátkém časovém horizontu a 10% míry endodontických komplikací. Ve většině těchto publikací byla revaskularizace autotransplantovaných zubů měřena za pomoci elektrického pulp testeru [17, 18]. Elektrický pulp tester a chladová zkouška nicméně hodnotí stav zubní dřeně pouze na základě subjektivní reakce pacienta, což může být nedostatečné pro validní měření revaskularizace.

Možnost dalšího výzkumu představuje kombinace EORR s objektivním měřením revaskularizačních procesů po provedení transplantace. Pokud by revaskularizační procesy nebyly objektivně pozorovány v předem stanovené době, bylo by možné zahájit ošetření kořenových kanálků ještě před výskytem endodontických komplikací. Starší studie využívající alternativní postupy i histologické studie sledující revaskularizaci v případech autotransplantace a regenerativní endodoncie mohou poskytnout užitečná data pro určení mezního času, kdy lze revaskularizaci považovat za neúspěšnou, a tím předejít postoperačním komplikacím.

Potenciál nových technologií a přístupů

Moderní technologie, jako je CBCT (cone beam computed tomography) a CARP, umožňují přesný přehled o anatomii donorového zubu a přispívají k přesnějšímu plánování autotransplantace zubů, čímž zlepšují výsledky ošetření. Současné protokoly [7] kladou důraz na využívání 3D modelů zubů během operace za účelem snížení extraorálního času donorového zubu, čímž se minimalizuje trauma buněk periodontálních vláken. Význam kmenových/progenitorových buněk derivovaných z periodontáních vláken a z kostní dřeně v revaskularizaci byl popsán ve studiích regenerativní endodoncie [27, 28].

Problematika objektivního měření revaskularizace zubní dřeně autotransplantovaného zubu nabízí několik technologických možností. Magnetická rezonance (MRI) s kontrastní látkou byla ověřena jako nástroj pro hodnocení revaskularizace ve studii z roku 2023 [33]. Ve zmíněné publikaci byl transplantovaný zub s ukončeným vývojem po provedení EORR extrahován z důvodu ECIR a validita měření byla potvrzena histologickým vyšetřením.

Dalšími perspektivními možnostmi objektivního měření revaskularizace zubní dřeně by mohly být LDF (laserová dopplerová fluxmetrie) a pulzní oxymetrie. LDF poskytuje vysokou validitu při hodnocení stavu zubní dře-

proLékaře.cz | 5.2.2026

ně ve srovnání s jinými metodami [34]. Pulzní oxymetrie nabízí objektivní měření saturace zubní dřeně s dobrou validitou [35]. Nicméně její limitací je absence specifického přístroje určeného pro stomatologii a skutečnost, že saturace zubní dřeně může být ovlivněna systémovými i orálními patologiemi.

ZÁVĚR

Současné protokoly umožňují autotransplantaci zubů s ukončeným vývojem kořene s mimořádně vysokou úspěšností a prediktabilitou. Pro klinickou praxi je klíčový správný výběr případů a zohlednění anatomie donoru včetně systému kořenových kanálků. Alternativní přístupy, kdy je ošetření kořenových kanálků odloženo, jsou spojeny s vysokým rizikem endodontických komplikací a vyžadují pečlivé postoperační sledování. Metoda EORR zatím nebyla dostatečně prozkoumána na větším souboru s delším sledováním. Zavedení této techniky by však vyžadovalo kombinaci s metodami umožňujícími objektivní měření revaskularizace zubní dřeně.

Poděkování

Autoři by chtěli poděkovat RNDr. Daně Šubové, Ph.D., za pomoc při vyhledávání materiálů v elektronických databázích.

Zdroje financování

Tento výzkum neobdržel žádné externí financování.

Prohlášení o střetu zájmů

Autoři prohlašují, že nemají žádné střety zájmů.

Podíl autorů na publikaci:

Formulace koncepce J. M., literární rešerše J. M., metodika J. M., validace J. M. a G. S., napsání prvotního rukopisu J. M. a G. S., revize a formulace definitivního rukopisu T. K. a J. M., řízení projektu Z. P.

MDDr. Juraj Marton
Klinika zubního lékařství
Lékařská fakulta Univerzity Palackého v Olomouci
Fakultní nemocnice Olomouc
Palackého 12
779 00 Olomouc
e-mail: juraj.marton@upol.cz

LITERATURA

1. Černochová P.
Transplantace zubu. Čes. stomatol. Prakt. zub. lék. (Czech Dental Journal). 2009; 109(1): 4–10.

2. Starosta M.
Historie transplantací zubů v České republice. Čes. stomatol. Prakt. zub. lék. (Czech Dental Journal). 2023; 123(2): 47–50. doi: 10.51479/cspzl.2023.001

3. Machado LA, do Nascimento RR, Ferreira D, Mattos CT, Vilella OV.
Long-term prognosis of tooth autotransplantation: a systematic review and meta-analysis. Inter J Oral Maxillofac Surg. 2016; 45(5): 610–617. doi: 10.1016/j.ijom.2015.11.010

4. Černochová P.
Autotransplantace zubu. Systematický přehled. Čes. stomatol. Prakt. zub. lék. (Czech Dental Journal). 2009; 109(3): 41–48.

5. Starosta M, Bartoš M, Foltán R.
Hodnocení klinické úspěšnosti 56 autotransplantovanych zubů – retrospektivni studie. Čes. stomatol. Prakt. zub. lék. (Czech Dental Journal). 2024; 124(1): 3–14. doi: 10.51479/cspzl.2023.009

6. Yoshino K, Kariya N, Namura D, Noji I, Mitsuhashi K, Kimura H, et al.
A retrospective survey of autotransplantation of teeth in dental clinics. J Oral Rehabil. 2012; 39(1): 37–43. doi: 10.1111/j.1365-2842.2011.02234.x

7. Tsukiboshi M, Tsukiboshi C, Levin L.
A step-by step guide for autotransplantation of teeth. Dent Traumatol. 2023; 39, Suppl 1: 70–80. doi: 10.1111/edt.12819

8. Andreasen JO, Paulsen HU, Yu Z, Bayer T, Schwartz O.
A long-term study of 370 autotransplanted premolars. Part II. Tooth survival and pulp healing subsequent to transplantation. Eur J Orthod. 1990; 12(1): 14–24. doi: 10.1093/ejo/12.1.14

9. Tsukiboshi M.
Autotransplantation of teeth: requirements for predictable success. Dent Traumatol. 2002; 18(4): 157–180. doi: 10.1034/j.1600-9657.2002.00118.x

10. Barendregt D, Andreasen JO, Leunisse M, Eggink E, Linssen M, Van der Weijden F, et al.
An evaluation of 1654 premolars transplanted in the posterior region-A retrospective analysis of survival, success and complications. Dent Traumatol. 2023; 39 Suppl 1: 50-62. doi: 10.1111/edt.12849.

11. Louropoulou A, Andreasen JO, Leunisse M, Eggink E, Linssen M, Van der Weijden F, et al.
An evaluation of 910 premolars transplanted in the anterior region – A retrospective analysis of survival, success, and complications. Dent Traumatol. 2024; 40(1): 22–34. doi: 10.1111/edt.12887

12. Andreasen JO, Paulsen HU, Yu Z, Schwartz O.
A long-term study of 370 autotransplanted premolars. Part III. Periodontal healing subsequent to transplantation. Eur J Orthod. 1990; 12(1): 25–37. doi: 10.1093/ejo/12.1.25

13. Patel S, Fanshawe T, Bister D, Cobourne MT.
Survival and success of maxillary canine autotransplantation: a retrospective investigation. Eur J Orthod. 2011; 33(3): 298–304. doi: 10.1093/ejo/cjq071

proLékaře.cz | 5.2.2026

LITERATURA

14. Murtadha L, Kwok J.
Do autotransplanted teeth require elective root canal therapy? A long-term follow-up case series. J Oral Maxillofac Surg. 2017; 75(9): 1817–1826. doi: 10.1016/j.joms.2017.03.049
15. Pogrel MA.
Evaluation of over 400 autogenous tooth transplants. J Oral Maxillofac Surg. 1987; 45(3): 205–211.
doi: 10.1016/0278-2391(87)90116-9
16. Raabe C, Bornstein MM, Ducommun J, Sendi P, von Arx T, Janner SFM.
A retrospective analysis of autotransplanted teeth including an evaluation of a novel surgical technique. Clin Oral Investig. 2021; 25(6): 3513–3525.
doi: 10.1007/s00784-020-03673-y
17. Jakse N, Ruckenstuhl M, Rugani P, Kirnbauer B, Sokolowski A, Ebeleseder K.
Influence of extraoral apicoectomy on revascularization of an autotransplanted tooth: a case report. J Endod. 2018; 44(8): 1298–1302. doi: 10.1016/j.joen.2018.04.016
18. Gavino Orduna JF, Garcia Garcia M, Dominguez P, Caviedes Bucheli J, Martin Biedma B, Abella Sans F, et al.
Successful pulp revascularization of an autotransplantated mature premolar with fragile fracture apicoectomy and plasma rich in growth factors: a 3-years follow-up. Int Endod J. 2020; 53(3):421-433.
doi: 10.1111/iej.13230
19. Skoglund A.
Pulpal changes in replanted and autotransplanted apicoectomized mature teeth of dogs. Int J Oral Surg, 1981; 10(2): 111–121. doi: 10.1016/s0300-9785(81)80020-8
20. Moorrees CF, Fanning EA, Hunt EE Jr.
Age variation of formation stages for ten permanent teeth. J Dent Res. 1963; 42: 1490–1502. doi: 10.1177/00220345630420062701
21. Laureys WG, Cuvelier CA, Dermaut LR, De Pauw GA.
The critical apical diameter to obtain regeneration of the pulp tissue after tooth transplantation, replantation, or regenerative endodontic treatment. J Endod. 2013; 39(6): 759–763. doi: 10.1016/j.joen.2013.02.004
22. Skoglund A.
Vascular changes in replanted and autotransplanted apicoectomized mature teeth of dogs. Int J Oral Surg. 1981; 10(2): 100–110. doi: 10.1016/s0300-9785(81)80019-1
23. Claus I, Laureys W, Cornelissen R, Dermaut LR.
Histologic analysis of pulpal revascularization of autotransplanted immature teeth after removal of the original pulp tissue. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2004; 125(1): 93–99. doi: 10.1016/s0889-5406(03)00619-x
24. Laureys WG, Dermaut LR, Cuvelier CA, De Pauw GA.
Does removal of the original pulp tissue before autotransplantation influence ingrowth of new tissue in the pulp chamber? Dent Traumatol. 2010; 26(5): 393–397.
doi: 10.1111/j.1600-9657.2010.00904.x
25. Feitosa VP, Mota MNG, Vieira LV, de Paula DM, Gomes LLR, Solheiro LKR, et al.
Dental pulp autotransplantation: A new modality of endodontic regenerative therapy-follow-up of 3 clinical cases. J Endod. 2021; 47(9): 1402–1408.
doi: 10.1016/j.joen.2021.06.014
26. Eramo S, Natali A, Pinna R, Milia E.
Dental pulp regeneration via cell homing. Inter Endodont J. 2017; 51(4): 405-419.
doi: 10.1111/iej.12868
27. Chrepa V, Henry MA, Daniel BJ, Diogenes A.
Delivery of apical mesenchymal stem cells into root canals of mature teeth. J Dent Res. 2015; 94(12): 1653–1659.
doi: 10.1177/0022034515596527
28. Lei L, Chen Y, Zhou R, Huang X, Cai Z.
Histologic and immunohistochemical findings of a human immature permanent tooth with apical periodontitis after regenerative endodontic treatment. J Endod. 2015; 41(7): 1172–1179. doi: 10.1016/j.joen.2015.03.012
29. Yanpiset K, Trope M.
Pulp revascularization of replanted immature dog teeth after different treatment methods. Dent Traumatol. 2001; 16(5): 211–217. doi: 10.1034/j.1600-9657.2000.016005211.x
30. Rugani P, Brcic I, Magyar M, Schwarze UY, Jakse N, Ebeleseder K.
Pulp revascularization in an autotransplanted mature tooth: visualization with magnetic resonance imaging and histopathologic correlation. J Clin Med. 2023; 12(18): 6008.
doi: 10.3390/jcm12186008
31. Cousley RRJ, Gibbons A, Nayler J.
A 3D printed surgical analogue to reduce donor tooth trauma during autotransplantation. J Orthodont. 2017; 44(4): 287–293.
doi: 10.1080/14653125.2017.1371960
32. Plakwicz P, Cudzilo D, Czochrowska EM, Gawron K, Kuc-Michalska M, Kukula KT.
Pulp revascularization after autotransplantation of the mandibular canines with partially resected roots: report of 5 cases with follow-ups between 26 and 80 months. J Endod. 2023; 49(5): 478–486.
doi: 10.1016/j.joen.2023.03.006
33. Rugani P, Kirnbauer B, Mischak I, Ebeleseder K, Jakse N.
Extraoral root-end resection may promote pulpal revascularization in autotransplanted mature teeth – A retrospective study. J Clin Med. 2022; 11(23): 7199.
doi: 10.3390/jcm11237199
34. Ghouth N, Duggal MS, BaniHani A, Nazzal H.
The diagnostic accuracy of laser Doppler flowmetry in assessing pulp blood flow in permanent teeth: A systematic review. Dent Traumatol. 2018; 34(5): 311–319.
doi: 10.1111/edt.12424
35. Lima TFR, Dos Santos SL, da Silva Fidalgo TK, Silva E.
Vitality tests for pulp diagnosis of traumatized teeth: a systematic review.
J Endod. 2019; 45(5): 490–499.
doi: 10.1016/j.joen.2019.01.014
36. Arikan F, Nizam N, Sonmez S.
5-year longitudinal study of survival rate and periodontal parameter changes at sites of maxillary canine autotransplantation.
J Periodont. 2008; 79(4): 595–602.
doi: 10.1902/jop.2008.070409
37. Watanabe Y, Mohri T, Takeyama M, Yamaki M, Okiji T, Saito C, et al.
Long-term observation of autotransplanted teeth with complete root formation in orthodontic patients. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2010; 138(6): 720–726.
doi: 10.1016/j.ajodo.2009.03.043
38. Kokai S, Kanno Z, Koike S, Uesugi S, Takahashi Y, Ono T, et al.
Retrospective study of 100 autotransplanted teeth with complete root formation and subsequent orthodontic treatment. Am J Orthod Dentofac Orthop. 2015; 148(6): 982–989. doi: 10.1016/j.ajodo.2015.06.018
39. Yang S, Jung BY, Pang NS.
Outcomes of autotransplanted teeth and prognostic factors: a 10-year retrospective study. Clin Oral Investigat. 2019; 23(1): 87–98.
doi: 10.1007/s00784-018-2412-3
40. Yu HJ, Jia P, Lv Z, Qiu LX.
Autotransplantation of third molars with completely formed roots into surgically created sockets and fresh extraction sockets: a 10-year comparative study. Int J Oral Maxillofac Surg. 2017; 46(4): 531–538.
doi: 10.1016/j.ijom.2016.12.007
41. Lin PY, Chiang YC, Hsu LY, Chang HJ, Chi LY.
Endodontic considerations of survival rate for autotransplanted third molars: a nationwide population-based study. Inter Endod J. 2020; 53(6): 733–741. doi: 10.1111/iej.13273
42. Maddalone M, Bianco E, Spolnik KJ, Mirabelli L, Gagliani M, Fabbro MD.
Immediate autotransplantation of molars with closed apex. J Contemp Dent Pract. 2022; 23(4): 453–459.