

Ali-Reza Ketabi, Sandra Ketabi, Hans-Christoph Lauer, Andree Piwowarczyk, Martin Brenner

Sind apikale Läsionen in digitalen Volumentomografien häufiger sichtbar als in Panoramaschichtaufnahmen?

Indizes: apikale Läsion, DVT, digitale Volumentomografie, kortikale Knochendicke, Panoramaschichtaufnahme, PSA

Methode: Die digitale Bilddaten von 343 Patienten, bei denen sowohl eine DVT- als auch eine PSA-Aufnahme vorlag, wurden auf apikale Läsionen um Unterkiefer untersucht. Für entdeckte Läsionen wurden die Abmessungen der Läsion und die Dicke des kortikalen Knochens in der betroffenen Region gemessen. Die Ergebnisse wurden einer statistischen Analyse unter Verwendung einer Statistiksoftware (IBM SPSS 25, Fa. IBM, Armonk, USA) unterzogen. **Ergebnisse:** Mittels DVT wurden an 115 Zähnen apikale Läsionen entdeckt. Von diesen Läsionen waren 77 auch in der PSA sichtbar. Die Unterschiede zwischen den beiden bildgebenden Verfahren waren in der Prämolaren- und Molarenregion signifikant (McNemar-Test, $p < 0,001$), nicht jedoch im Frontzahnbereich ($p = 0,063$). Bezüglich der Läsionsgröße wurden keine signifikanten Unterschiede gefunden (Wilcoxon-Test, Frontzähne: $p = 0,60$, Prämolaren: $p = 0,90$, Molaren: $p = 0,61$). Der Mann-Whitney-U-Test ergab weder für die vestibuläre noch für die linguale Kortikalisdicke einen signifikanten Einfluss auf die Sichtbarkeit der Läsionen in DVT und PSA (vestibulär: $p = 0,93$, palatinal: $p = 0,15$). **Schlussfolgerung:** Apikale Läsionen scheinen in digitalen Volumentomografien wesentlich besser sichtbar zu sein. Die Dicke des kortikalen Knochens und die Größe der Läsionen haben keinen signifikanten Einfluss auf die Darstellung apikaler Läsionen.

EINLEITUNG

Apikale Knochenläsionen, die normalerweise als periradikuläre Radio-luzenz im Röntgenbild entdeckt werden, sind eine übliche Folge endodontischer Infektionen². Die Wahl des geeigneten Therapieansatzes

Warum Sie diesen Beitrag lesen sollten

Diese Studie vergleicht die Genauigkeit von Panoramaschichtaufnahme (PSA) und digitaler Volumentomografie (DVT) bei der Erkennung und Diagnose apikaler Läsionen im Unterkiefer und analysiert den Einfluss der Dicke des kortikalen Knochens auf die röntgenologische Sichtbarkeit apikaler Läsionen.

setzt eine exakte Diagnose voraus⁷. Während der Diagnose, Untersuchung und Behandlung endodontischer Erkrankungen werden normalerweise Zahnfilm^{2,8} oder Panoramaschichtaufnahmen (PSA) genutzt¹. Gegenwärtiger Goldstandard für die Erkennung periapikaler Läsionen ist die routinemäßige Zahnfilmaufnahme^{2,8}. In der Praxis werden in der Regel digitale Röntgenbilder bevorzugt, weil damit die zeitaufwendige Filmentwicklung entfällt^{18,21,24} und genauere Ergebnisse möglich sind.

Die Sensitivität digitaler Röntgenbilder bei der Entdeckung apikaler Läsionen übertrifft diejenige analoger Zahnfilmaufnahmen^{9,10}. Allerdings wurde mehrfach berichtet, dass die knöchernen Grenzen apikaler Läsionen im Röntgenbild nicht immer erkennbar sind³¹. Wenn solche Läsionen den (vestibulären oder oralen) kortikalen Knochen betreffen, zeigen typischerweise einige Bildbereiche eine geringere Röntgendichte, während Läsionen in spongiosen Knochen, die von dichter Kortikalis umschlossen sind, häufig unentdeckt bleiben^{7,12,14,28}.

Der wichtigste determinierende Faktor für die Sichtbarkeit apikaler Knochenläsionen auf intraoralen Röntgenbildern ist das Vorliegen/Fehlen einer Perforation des kortikalen Knochens. Van Assche et al. beobachteten, dass rund 90 % dieser Läsionen entdeckt wurden, wenn

Deutsche Version der englischen Erstveröffentlichung von Ketabi A-R, Ketabi S, Lauer H-C, Piwowarczyk P, Brenner M: Are apical lesions visible more often in CBCT than in panoramic radiographs? Dtsch Zahnärztl Z Int 2022; 4: 164–170.

Manuskript

Eingang: 09.11.2021

Annahme: 21.04.2022

die Kortikalis perforiert war, während die Untersucher nur 10 % der im Knochen eingeschlossenen Läsionen fanden²⁷. Ferner wird eine korrekte Diagnose auch durch Varianten der apikalen Morphologie, den Winkel der Röntgenstrahlen, die Knochendichte und den Röntgenkontrast erschwert¹¹.

Eine Alternative zu zweidimensionalen (2-D) PSA- und Zahnfilm-aufnahmen bei der Erkennung von apikalen Läsionen ist die dreidimensionale (3-D) Bildgebung. Die in der Zahnmedizin am häufigsten eingesetzte 3-D-Röntgentechnik ist die digitale Volumentomografie (DVT). Der diagnostische Wert der DVT hinsichtlich apikaler Läsionen wurde in mehreren aktuellen Studien untersucht^{2, 3, 14, 20, 26, 29}. Paula-Silva et al. verglichen Zahnfilm, DVT und histologische Befunde und fanden, dass auf Zahnfilmaufnahmen apikale Läsionen in 22 % der Fälle nicht erkannt wurden, während mittels DVT nur in 9 % der Fälle keine Detektion erfolgte⁶. Bestätigt wird diese Beobachtung durch Studien, die für die DVT von signifikant mehr exakten Diagnosen berichten, als mit Röntgenbildern erkannt werden^{2, 7, 14}. Allerdings waren die Mehrzahl dieser Studien Ex-vivo- oder Tierstudien^{2, 6, 14}, hatten sehr kleine Studienpopulationen^{3, 26} oder verglichen die 2-D- und 3-D-Bildgebung nicht für einzelne Patienten^{7, 20, 29}. Eine systematische Übersichtsarbeit mit Metaanalyse von Leonardi Dutra et al. liefert keine Daten zum Vergleich von PSA und DVT¹⁷.

Ziel der vorliegenden Studie war es daher, in einer Studienpopulation von adäquater Größe die Sichtbarkeit apikaler Läsionen im Unterkiefer auf 2-D- (PSA) und 3-D-Röntgenbildern (DVT) derselben Patienten zu vergleichen und zu untersuchen, ob die Dicke des kortikalen Knochens Einfluss auf die Erkennbarkeit apikaler Läsionen hat. Ein sekundäres Ziel bestand darin, die Größe und Anzahl der Läsionen zu bestimmen.

MATERIAL UND METHODE

Die Studie wurde von der Ethikkommission der Landes Zahnärztekammer Baden-Württemberg bewilligt (Register-Nr.: F-2014-006-Z) und in Übereinstimmung mit den ethischen Standards der Deklaration von Helsinki 1964 durchgeführt³². Aus dem Datenarchiv eines zahnärztlichen Röntgenzentrums wurden Röntgenbilddaten (jeweils Panoramaschichtaufnahmen und DVT) von mehr als 1000 Patienten ausgewählt. Die ursprünglichen Untersuchungen hatten im Zeitraum von Februar 2010 bis Januar 2017 stattgefunden und betrafen endodontische, parodontale und implantologische Diagnosen. Die Aufnahmen wurden mit unterschiedlichen rechtfertigenden Indikationen und unabhängig von der Studie durchgeführt. Bei allen inkludierten Patienten waren innerhalb von drei Monaten mindestens eine PSA und eine DVT durchgeführt worden. Patienten, bei denen der Abstand zwischen diesen beiden Untersuchungen mehr als drei Monate betrug, wurden ausgeschlossen, um eventuelle Verzerrungen durch anatomische Ver-

änderungen (Bildung oder Fortschreiten apikaler Läsionen) zu vermeiden. Die Daten wurden vor der Analyse anonymisiert.

Die digitalen PSA waren mit einem Orthophos D3297 (Fa. Sirona, Bensheim, Deutschland) mit 60 kVp und einem Fokusdurchmesser von 0,5 mm erstellt worden. Die Kalibrierung der Aufnahmen erfolgte anhand eines Referenzobjektes mit bekannten Dimensionen (Implantate, Metallobjekte, endodontisch behandelte restaurierte Zähne), um Fehler aufgrund der Bildvergrößerung auszuschließen. Fälle, in denen keinerlei Referenzobjekt vorhanden war, wurden ausgeschlossen.

Die DVT waren mit einem Gendex GXCB-500 (Fa. KaVo, Hamburg, Deutschland) mit einem Sichtfeld (FOV) von 8 × 8 mm aufgenommen worden. Die Belichtungsparameter wurden auf 120 kVp/5 mA und 6,0 Sekunden, die Voxelgröße auf 0,2 mm gesetzt. Alle Röntgenuntersuchungen waren von einem zahnärztlichen Radiologen durchgeführt worden.

Die Auswertung der PSA erfolgte mithilfe der Bildverarbeitungssoftware DBSWIN (Version 5.1.1, Fa. Dürr Dental, Bietigheim-Bissingen, Deutschland), die der DVT mit der Software i-CAT Vision (Fa. Imaging Sciences International, Hatfield, PA, USA). In dieser Studie wurden die Messungen durch einen Zahnarzt mit Berufserfahrung durchgeführt, der im Besitz einer Fachkunde für Strahlenschutz und einer Fachkunde für DVT war. Vor der Untersuchung wurden Reliabilitätsuntersuchungen durchgeführt. Der Untersucher wurde von einer Expertin auf dem Gebiet der Digitalen Volumentomografie und des Röntgens eingewiesen. Die Reliabilitätsuntersuchung erfolgte nach den Röntgeneinweisungen und unter standardisierten Bedingungen in einem Raum der Klasse 5 an einem zugelassenen Befundmonitor (EIZO FlexScan S2000 1024 × 1280 Bildpunkte). Die Messungen dauerten höchstens 6 Stunden pro Tag mit einer dreißigminütigen Pause nach je 2 Stunden. Um die Verlässlichkeit der Messungen und Bewertungen der Röntgenbilder zu prüfen, wurden bei 20 zufällig ausgewählten Patienten Mehrfachbeurteilungen durchgeführt. Zur Prüfung der Interraterreliabilität wurden diese vom Untersucher und der Expertin ausgewertet. Zur Prüfung der Intraraterreliabilität wurden alle Bilder nach einem zeitlichen Abstand von 2 Wochen ein zweites Mal durch denselben Beurteiler ausgewertet. Eingeschlossen waren nur solche Zähne, die sowohl auf der PSA als auch in der DVT sichtbar waren. Für jeden Zahn wurde das Vorliegen/Fehlen einer apikalen Läsion bestimmt (Abb. 1) und gegebenenfalls die vertikale (Abb. 2) und horizontale (Abb. 3) Ausdehnung der Läsion gemessen. In der DVT wurde außerdem die vestibuloorale Ausdehnung jeder Läsion und die Dicke der (vestibulären und oralen) Kortikalis des Kieferknochens im Bereich der Läsion gemessen.

Mithilfe von Excel 2016 (Microsoft Inc., Redmond, Washington, USA) fand die Verwaltung der Patientendaten und Röntgenindikationen statt. Der erste Schritt bestand in der Befundung der Panoramaschichtaufnahmen. Im Anschluss erfolgte die dazugehörige Untersuchung der DVT-Aufnahme. Die Befunde wurden in eine eigens durch

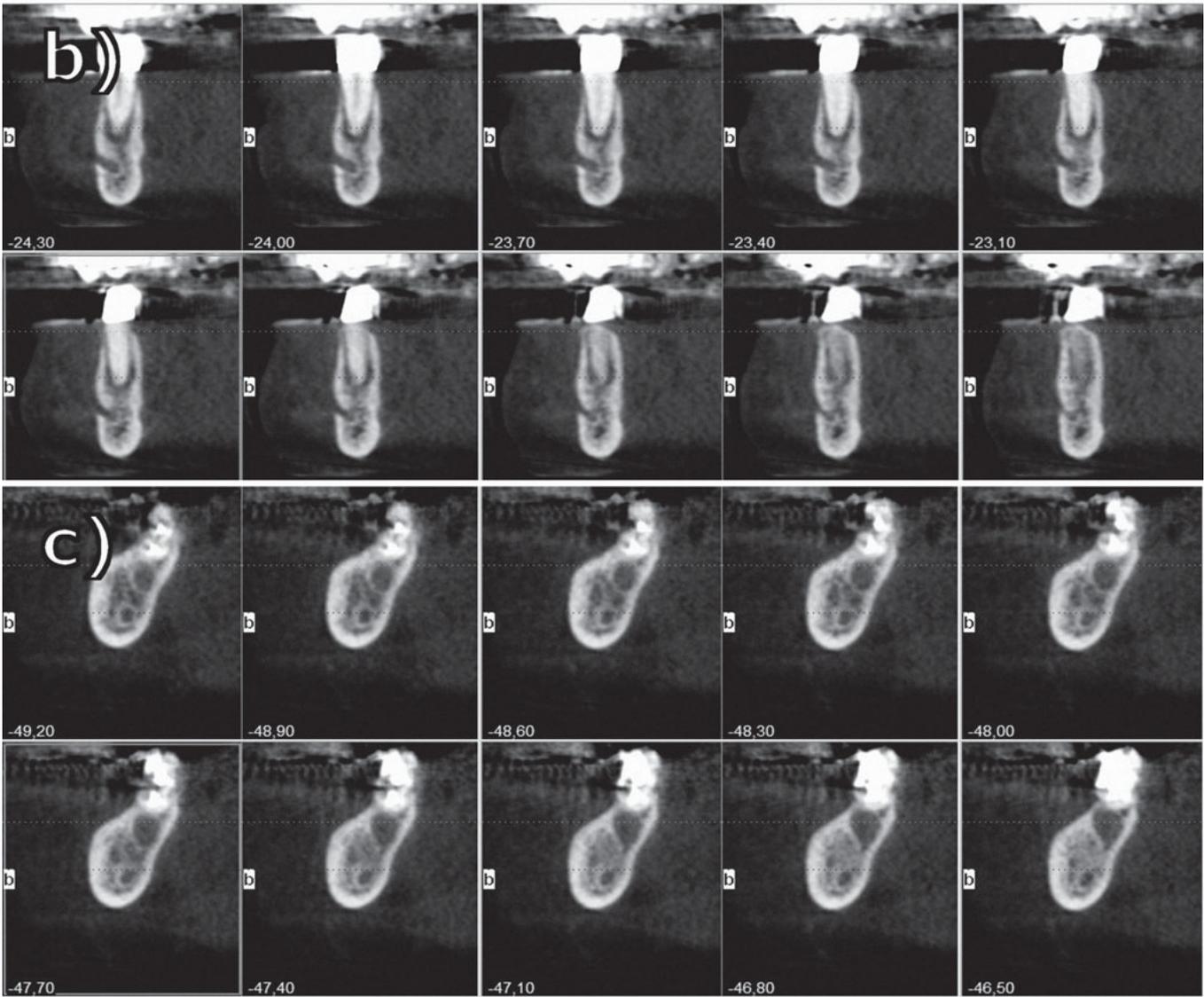
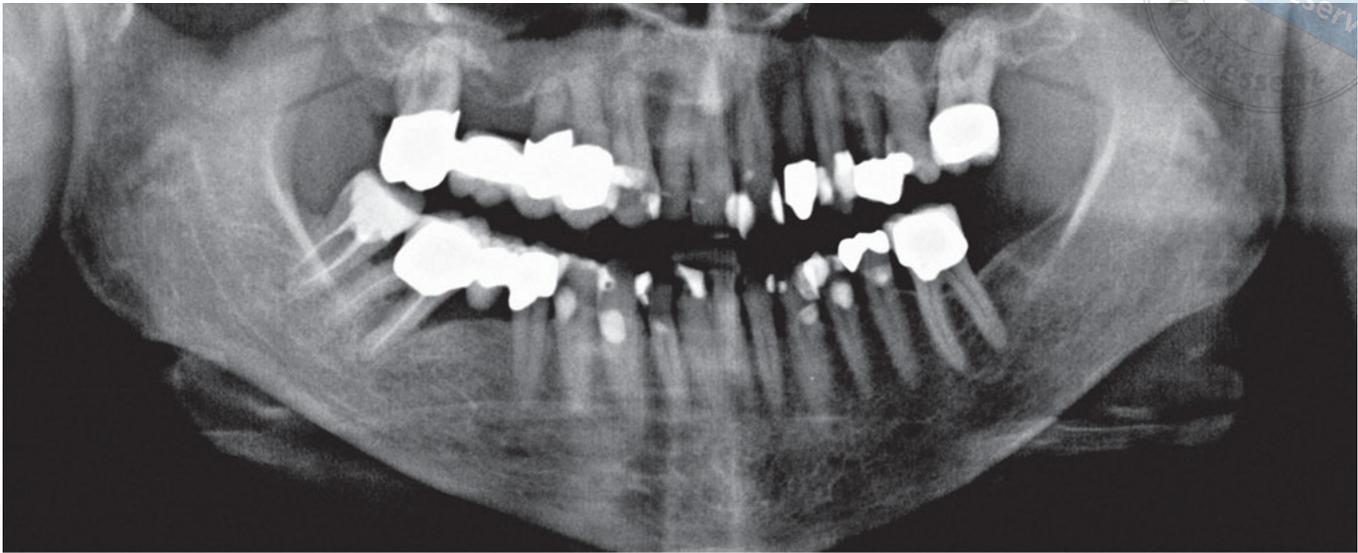


Abb. 1 In der PSA (a) ist die apikale Läsion am Zahn 45 gar nicht, an der mesialen Wurzel des Zahns 47 kaum zu erkennen, während sie in der 5 Tage später aufgenommenen DVT am Zahn 45 (b) und am Zahn 47 (c) deutlich sichtbar sind.

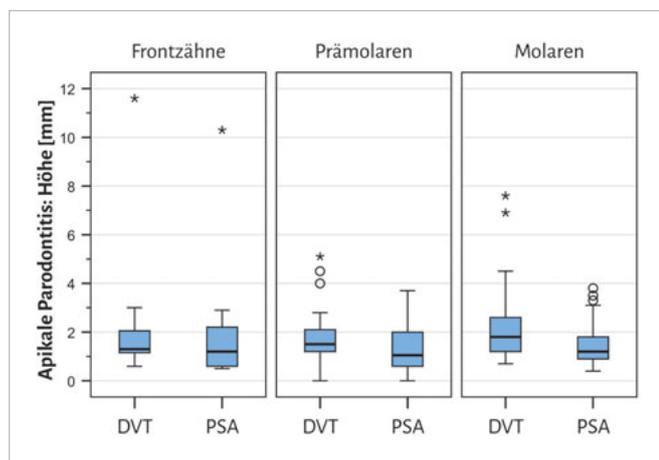


Abb. 2 Höhe der apikalen Parodontitis in PSA und DVT

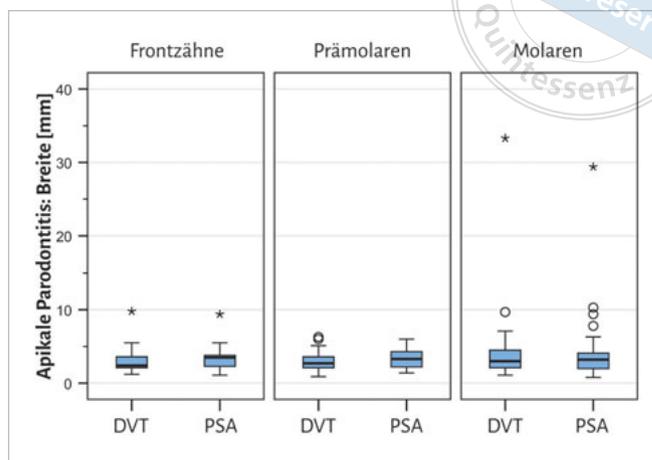


Abb. 3 Breite der apikalen Parodontitis in PSA und DVT

das Institut MediStat (Fa. MediStat GmbH, Kronshagen, Deutschland) entwickelte Maske eingegeben und mit einer Statistiksoftware (SPSS 25, Fa. IBM) analysiert. Die Erfassung der Häufigkeit apikaler Läsionen erfolgte getrennt nach Schneide-/Eckzähnen, Prämolaren und Molaren.

Die Arbeitshypothese lautete: „Zwischen der Sichtbarkeit apikaler Läsionen in PSA und DVT besteht kein Unterschied.“ Die DVT- und PSA-Messungen wurden mit dem Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test für gepaarte Differenzen auf Unterschiede getestet. Zwei unabhängige Stichproben wurden mit dem Wilcoxon-Mann-Whitney-Test verglichen. Für die Untersuchung von Korrelationen zwischen quantitativen, nicht normalverteilten Parametern kam der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman zur Anwendung.

Der statistische Test der Arbeitshypothese (keine Unterschiede zwischen den Bildgebungstechniken bezüglich der Sichtbarkeit apikaler Läsionen) erfolgte mittels McNemar- und Chi-Quadrat-Test. Ein p-Wert von $\leq 0,05$ galt als statistisch signifikante Differenz.

ERGEBNISSE

Insgesamt konnten 343 Patienten, für die innerhalb von 3 Monaten aufgenommene Unterkiefer-PSA- und -DVT verfügbar waren, in diese Studie inkludiert werden. Die Geschlechter waren annähernd gleichwertig repräsentiert (174 Frauen, 169 Männer). Das Ausgangsalter der Patienten lag bei $59,0 \pm 14,5$ Jahren (Mittelwert \pm Standardabweichung^{SD}, Spannweite: 19–92 Jahre). Die Indikationen für die DVT sind in Tabelle 1 aufgeführt. In einigen Fällen bestanden mehrere Indikationen. Die Inter- und Intrarater-Reliabilität wurde als sehr hoch bewertet (Cohens Kappa: 1,0, 95%-Konfidenzintervall für Kappa: [0,92, 1,00]).

Die Prävalenzen der in den PSA und den DVT identifizierten apikalen Läsionen wurden in einer Kontingenztafel zusammengefasst

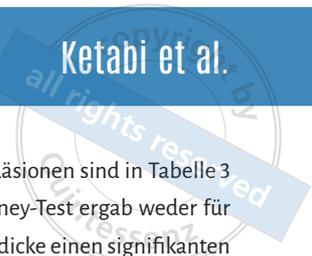
(Tabelle 2). Von den in den DVTs sichtbaren Läsionen waren 67,0 % auch in den PSA sichtbar. Der Unterschied der Sichtbarkeit war in der Prämolaren- und Molaren-Region signifikant (McNemar-Test, $p < 0,001$), nicht jedoch im Frontzahnbereich ($p = 0,063$)

Auch die Größe der apikalen Läsionen wurde bestimmt (Tabelle 3). Einige Zähne wiesen mehrere Läsionen auf. Daher betrug die Gesamtzahl der vermessenen Läsionen 123 (bei 115 betroffenen Zähnen). In den DVTs wurden gemessen: Breite $3,38 \pm 3,11$ mm (Mittelwert \pm SD, Spannweite: 0,90–33,30 mm), Höhe $1,95 \pm 1,47$ mm; (0,00–11,60 mm), Tiefe $3,33 \pm 1,48$ mm (1,20–9,00 mm). Die in den PSA gemessenen Werte waren: Breite $3,63 \pm 3,04$ mm (0,80–29,4 mm), Höhe $1,50 \pm 1,22$ mm (0,00–10,30 mm). Der Wilcoxon-Test ergab, dass die Differenzen zwischen den beiden Bildgebungsverfahren insignifikant waren (Schneide-/Eckzähne: $p = 0,60$, Prämolaren $p = 0,90$, Molaren $p = 0,61$).

Als mittlere Kortikalisdicke wurden in den DVT vestibulär $2,17 \pm 0,71$ mm (Mittelwert \pm SD, Spannweite: 0,00–4,50 mm) und lingual $2,01 \pm 0,62$ mm (0,00–3,70 mm) gemessen. Die Ergebnisse für die

Indikation	Geschlecht		
	weiblich	männlich	gesamt
endodontisch	13 7,5 %	10 5,9 %	23 6,7 %
parodontologisch	15 8,7 %	8 4,7 %	23 6,7 %
implantologisch	118 68,2 %	118 69,8 %	236 69,0 %
sonstige	103 59,5 %	86 50,9 %	189 55,3 %

Tab. 1 Verteilung der Indikationen für die DVT



			DVT		
Zahngruppe			negativ	positiv	gesamt
Frontzähne	PSA	negativ	1.043 98,2 %	5 0,5 %	1.048 98,7 %
		positiv	0 0,0 %	14 1,3 %	14 1,3 %
		gesamt	1.043 98,2 %	19 1,8 %	1.062 100 %
Prämolaren	PSA	negativ	575 92,7 %	18 2,9 %	593 95,6 %
		positiv	0 0,0 %	27 4,4 %	27 4,4 %
		gesamt	575 92,7 %	45 7,3 %	593 100 %
Molaren	PSA	negativ	578 91,9 %	15 2,4 %	593 94,3 %
		positiv	0 0,0 %	36 5,7 %	36 5,7 %
		gesamt	578 91,9 %	51 8,1 %	629 100 %
Gesamt	PSA	negativ	2.196 95,0 %	38 1,6 %	2.234 96,7 %
		positiv	0 0,0 %	77 3,3 %	77 3,3 %
		gesamt	2.196 95,0 %	115 5,0 %	2.311 100,0 %

Tab. 2 Vergleich der Sichtbarkeit apikaler Knochenläsionen in der PSA und der DVT (Kontingenztafel)

Dicke der Knochenkompakta im Bereich der Läsionen sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Der Wilcoxon-Mann-Whitney-Test ergab weder für die vestibuläre noch für die linguale Kortikalisdicke einen signifikanten Einfluss auf die Sichtbarkeit der Läsionen in den DVT und PSA (vestibulär $p = 0,93$, lingual $p = 0,15$). Der kortikale Knochen an Molaren, an denen sowohl in der DVT als auch in der PSA apikale Läsionen sichtbar waren, war vestibulär und oral signifikant dicker (Wilcoxon-Mann-Whitney-Test, $p < 0,01$). Keine Korrelation mit der Knochendicke zeigte die Sichtbarkeit der apikalen Läsionen in der Frontzahn- (vestibulär $p = 0,65$; lingual $p = 0,59$) und der Prämolarenregion (vestibulär $p = 0,68$; lingual $p = 0,11$).

DISKUSSION

Apikale Läsionen waren den Ergebnissen dieser Studie zufolge 1,5-mal häufiger in der DVT sichtbar waren als in der PSA. Der Durchmesser der Läsionen stellte sich mit beiden Bildgebungsverfahren annähernd gleich dar.

Dieses Resultat entspricht dem einer Studie von Nardi et al. zur Genauigkeit von PSA bei der Erkennung apikaler Läsionen an asymptomatischen endodontisch behandelten Zähnen, in der höhere positive Vorhersagewerte für Läsionen in den Eckzahn-, Prämolaren- und Molarenregionen des Unterkiefers beobachtet wurden¹⁹. Zudem fanden

		N	Mittel	SD	Min.	Max.	25. Perzentil	50. Perzentil (Median)	75. Perzentil
Frontzähne	DVT: Breite	20	3,06	1,92	1,20	9,80	2,10	2,40	3,60
	DVT: Höhe	20	2,06	2,35	0,60	11,60	1,13	1,30	2,08
	DVT: Tiefe	20	3,38	1,66	1,80	9,00	2,40	2,85	3,85
	DVT: Dicke der vestibulären Kortikalis	20	1,39	0,51	0,00	2,40	1,20	1,50	1,50
	DVT: Dicke der lingualen Kortikalis	20	1,89	0,58	0,90	3,10	1,50	1,80	2,18
	PSA: Breite	17	3,56	1,90	1,10	9,40	2,10	3,50	4,15
	PSA: Höhe	17	1,89	2,31	0,50	10,30	0,60	1,20	2,25
Prämolaren	DVT: Breite	46	2,92	1,17	0,90	6,30	2,10	2,70	3,60
	DVT: Höhe	46	1,68	1,01	0,00	5,10	1,20	1,50	2,10
	DVT: Tiefe	46	2,70	0,96	1,20	5,40	2,08	2,40	3,33
	DVT: Dicke der vestibulären Kortikalis	46	1,85	0,57	0,00	3,00	1,50	1,80	2,18
	DVT: Dicke der lingualen Kortikalis	46	2,00	0,52	1,20	3,40	1,50	1,80	2,13
	PSA: Breite	37	3,34	1,34	1,40	6,00	2,15	3,30	4,45
	PSA: Höhe	36	1,34	0,88	0,00	3,70	0,60	1,05	2,00
Molaren	DVT: Breite	57	3,90	4,32	1,10	33,30	2,10	3,00	4,50
	DVT: Höhe	57	2,14	1,39	0,70	7,60	1,20	1,80	2,70
	DVT: Tiefe	57	3,82	1,60	1,50	8,80	2,65	3,30	4,70
	DVT: Dicke der vestibulären Kortikalis	57	2,70	0,89	0,00	4,50	2,15	2,70	3,35
	DVT: Dicke der lingualen Kortikalis	57	2,06	0,71	0,00	3,70	1,50	2,10	2,50
	PSA: Breite	53	3,86	4,05	0,80	29,40	2,00	3,20	4,20
	PSA: Höhe	53	1,49	0,87	0,40	3,80	0,90	1,20	1,80

Tab. 3 Dimensionen (mm) der apikalen Läsionen und kortikale Knochendicken im Unterkiefer

Nardi et al. für die PSA negative Vorhersagewerte, wenn die Läsionen kleiner als 4,6 mm waren und der kortikale Knochen nicht betroffen war¹⁹. Auch in der vorliegenden Studie waren vergleichbare Diskrepanzen klar zu erkennen. Eine mögliche Erklärung für die geringen Vorhersagewerte im Frontzahnbereich wäre, dass die Bildqualität hier aufgrund der Überlagerung mit der Halswirbelsäule und der Unschärfe infolge ungenauer Fokussierung häufig schlechter ist. Es gab keinen Fall, in dem eine Läsion in der PSA, nicht jedoch in der entsprechenden DVT gefunden wurde.

Allerdings stellt nicht zuletzt aus Strahlenschutzgründen im Sinne des ALARA/ALADA-Prinzips (As Low As Reasonably Achievable/As Low As Diagnostically Acceptable)¹³ die PSA nicht die Methode der Wahl für die Diagnose apikaler Läsionen dar¹⁹.

Die Validität der Ergebnisse der vorliegenden Studie ist insofern begrenzt, als aus ethischen Gründen kein histologisches Material entnommen werden konnte. Das heißt, es kann zu falsch negativen bzw. falsch positiven Ergebnissen gekommen sein. Histopathologische Untersuchungen kamen jedoch zu vergleichbaren Ergebnissen, indem sie bezogen auf apikale Läsionen eine höhere diagnostische Genauigkeit für die DVT als für die PSA demonstrieren konnten². Andere klinische Studien verwenden die DVT als Referenz^{4, 5, 7, 22, 23}, teils mit potenziell verzerrten Ergebnissen^{25, 30}. In ihrer Studie beobachteten Kruse et al., dass die diagnostische Genauigkeit der DVT vom endodontischen Status des Zahns beeinflusst wird: Bei der Diagnose apikaler Läsionen an ungefüllten Wurzeln war die DVT genauer als für wurzelkanalbehandelte Zähne¹⁶. Dieser Umstand war während der Durchführung der vorliegenden Studie noch nicht bekannt und wurde daher nicht berücksichtigt.

Für diese Studie wurde der Untersucher vor Studienbeginn von einer Expertin für zahnärztliche Radiologie eingewiesen. Um die Reliabilität der radiologischen Messungen und Bewertungen sicherzustellen, wurden DVT- und PSA-Aufnahmen von 20 zufällig ausgewählten Patienten befundet. Da hierbei eine ausgewählte Patientenpopulation verwendet wurde, kann eine Spektrum-Bias nicht ausgeschlossen werden. Allerdings spricht die hohe Intra- und Interrater-Reliabilität (Cohens Kappa: 1,0) der Studie für Zuverlässigkeit der Ergebnisse.

Eine systematische Literaturübersicht mit Metaanalyse von Leonard Dutra et al. ermittelte ein hohes Maß an Genauigkeit für die Entdeckung apikaler Läsionen mittels DVT (0,96), verglichen mit den bereits ebenfalls guten Ergebnissen, die mithilfe von PSA erzielt werden (0,72–0,73). Die hier vorgelegten Ergebnisse lassen in Verbindung mit bereits publizierten Daten die Schlussfolgerung zu, dass die Genauigkeit der DVT bei der Entdeckung apikaler Läsionen diejenige der PSA übertrifft¹⁷.

Die Dicke des kortikalen Knochens und ihr Einfluss auf die Sichtbarkeit von Läsionen in DVT und PSA wurde für den Unterkiefer bislang noch nicht untersucht. Unsere Ergebnisse lassen keine signifikante Korrelation zwischen der Dicke des kortikalen Knochens und der Sichtbarkeit von Läsionen in DVT oder PSA erkennen. Im Molarenbereich war der kortikale Knochen in den Fällen, in denen apikale Läsionen gefunden wurden, signifikant dicker als in den Fällen, in denen keine solchen Läsionen sichtbar waren. Es ist anzunehmen, dass die Verdickung der Kortikalis den Verlust an spongiösem Knochen in der Oberkiefer-Molarenregion kompensiert, der typischerweise eine geringere Knochendichte aufweist. Dies müsste allerdings in weiteren Studien verifiziert werden.

Eine Korrelation zwischen dem Vorliegen einer Perforation des kortikalen Knochens und der Sichtbarkeit der Läsionen konnte in dieser Untersuchung nicht festgestellt werden, was früheren Ergebnissen widerspricht²⁷.

Die Ergebnisse zeigen, dass die PSA kein zuverlässiges diagnostisches Instrument für die Erkennung apikaler Läsionen darstellt. Kleine apikale Läsionen scheinen in der DVT viel besser sichtbar zu sein. Ferner scheint die Dicke der Kortikalis die Sichtbarkeit apikaler Läsionen in PSA oder DVT nicht zu beeinflussen.

Erklärung zur Autorschafft

Dr. Ali-Reza Ketabi hatte die Idee zu dieser Studie und sammelte die Daten. Dr. Sandra Ketabi wertete die Röntgenbilder aus und war für die Datenanalyse verantwortlich. Prof. Dr. Hans-Christoph Lauer und Prof. Dr. Andree Piowarczyk führten jeweils eine umfangreiche Revision des Manuskripts durch. Dr. Martin Brenner verfasste das Manuskript und half bei der Konzipierung der Studie. Alle Autoren waren mit dem Manuskript einverstanden.

Interessenkonflikte

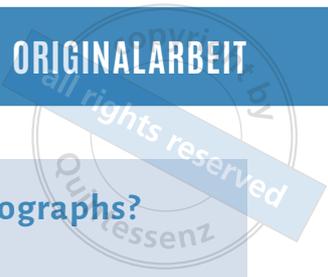
Die Autoren erklären, dass keinerlei Interessenkonflikt gemäß Definition der Leitlinien des International Committee of Medical Journal Editors besteht.

Verfügbarkeit der Daten und Materialien

Die in der vorliegenden Studie verwendeten und/oder analysierten Datensätze können auf begründete Nachfrage vom Korrespondenzautor zur Verfügung gestellt werden.

LITERATUR

1. Bender IB: Factors influencing the radiographic appearance of bony lesions. *J Endod* 1982; 8(4): 161–170.
2. Campello AF, Goncalves LS, Guedes FR, Marques FV: Cone-beam computed tomography versus digital periapical radiography in the detection of artificially created periapical lesions: a pilot study of the diagnostic accuracy of endodontists using both techniques. *Imaging Sci Dent* 2017; 47: 25–31.
3. Chanani A, Adhikari HD: Reliability of cone beam computed tomography as a biopsy-independent tool in differential diagnosis of periapical cysts and granulomas: an in vivo Study. *J Conserv Dent* 2017; 20: 326–331.
4. Davies A, Mannocci F, Mitchell P, Andiappan M, Patel S: The detection of periapical pathoses in root filled teeth using single and parallax periapical radiographs versus cone beam computed tomography – a clinical study. *Int Endod J* 2015; 48: 582–592.
5. Davies A, Patel S, Foschi F, Andiappan M, Mitchell PJ, Mannocci F: The detection of periapical pathoses using digital periapical radiography and cone beam computed tomography in endodontically retreated teeth – part 2: a 1 year post-treatment follow-up. *Int Endod J* 2016; 49: 623–635.
6. de Paula-Silva FW, Wu MK, Leonardo MR, da Silva LA, Wesselink PR: Accuracy of periapical radiography and cone-beam computed tomography scans in diagnosing apical periodontitis using histopathological findings as a gold standard. *J Endod* 2009; 35: 1009–1012.
7. Estrela C, Bueno MR, Leles CR, Azevedo B, Azevedo JR: Accuracy of cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis. *J Endod* 2008; 34: 273–279.
8. European Society of Endodontology: Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *Int Endod J* 2006; 39: 921–930.
9. Folk RB, Thorpe JR, McClanahan SB, Johnson JD, Strother JM: Comparison of two different direct digital radiography systems for the ability to detect artificially prepared periapical lesions. *J Endod* 2005; 31: 304–306.
10. Hadley DL, Replogle KJ, Kirkam JC, Best AM: A comparison of five radiographic systems to D-speed film in the detection of artificial bone lesions. *J Endod* 2008; 34: 1111–1114.
11. Halse A, Molven O, Fristad I: Diagnosing periapical lesions—disagreement and borderline cases. *Int Endod J* 2002; 35: 703–709.
12. Huumonen S, Ørstavik D: Radiological aspects of apical periodontitis. *Endod Topics* 2002; 1: 3–25.
13. Jaju PP, Jaju SP: Cone-beam computed tomography: time to move from ALARA to ALADA. *Imaging Sci Dent* 2015; 45: 263–265.
14. Kanagasingam S, Lim CX, Yong CP, Mannocci F, Patel S: Diagnostic accuracy of periapical radiography and cone beam computed tomography in detecting apical periodontitis using histopathological findings as a reference standard. *Int Endod J* 2017; 50: 417–426.
15. Kruse C, Spin-Neto R, Reibel J, Wenzel A, Kirkevang LL: Diagnostic validity of periapical radiography and CBCT for assessing periapical lesions that persist after endodontic surgery. *Dentomaxillofac Radiol* 2017; 46: 20170210.
16. Kruse C, Spin-Neto R, Evar Kraft DC, Vaeth M, Kirkevang LL: Diagnostic accuracy of cone beam computed tomography used for assessment of apical periodontitis: an ex vivo histopathological study on human cadavers. *Int Endod J* 2019; 52: 439–450.
17. Leonardi Dutra K, Haas L, Porporatti AL, Flores-Mir C, Nascimento Santos J, Mezzomo LA et al.: Diagnostic accuracy of cone-beam computed tomography and conventional radiography on apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *J Endod* 2016; 42: 356–364.
18. Nair MK, Nair UP: Digital and advanced imaging in endodontics: a review. *J Endod* 2007; 33: 1–6.
19. Nardi C, Calistri L, Grazzini G, Desideri I, Lorini C, Occhipinti M, et al: Is panoramic radiography an accurate imaging technique for the detection of endodontically treated asymptomatic apical periodontitis? *J Endod* 2018; 44: 1500–1508.
20. Nascimento EH L, Oenning ACC, Freire BB, Gaeta-Araujo H, Haiter-Neto F, Freitas DQ: Comparison of panoramic radiography and cone beam CT in the assessment of juxta-apical radiolucency. *Dentomaxillofac Radiol* 2018; 47: 20170198.
21. Patel S, Dawood A, Whaites E, Pitt Ford T: New dimensions in endodontic imaging: part 1. Conventional and alternative radiographic systems. *Int Endod J* 2009; 42: 447–462.
22. Patel S, Wilson R, Dawood A, Foschi F, Mannocci F: The detection of periapical pathosis using digital periapical radiography and cone beam computed tomography – Part 2: a 1-year post-treatment follow-up. *Int Endod J* 2012; 45: 711–723.
23. Patel S, Wilson R, Dawood A, Mannocci F: The detection of periapical pathosis using periapical radiography and cone beam computed tomography – Part 1: pre-operative status. *Int Endod J* 2012; 45: 702–710.
24. Peters CI, Peters OA: Cone beam computed tomography and panoramic and periapical radiography for detection of apical periodontitis. *Endod Topics* 2012; 34: 57–75.
25. Pope O, Sathorn C, Parashos P: A comparative investigation of cone-beam computed tomography and periapical radiography in the diagnosis of a healthy periapex. *J Endod* 2014; 40: 360–365.
26. Torabinejad M, Rice DD, Maktabi O, Oyoyo U, Abramovitch K: Prevalence and size of periapical radiolucencies using cone-beam computed tomography in teeth without apparent intraoral radiographic lesions: a new periapical index with a clinical recommendation. *J Endod* 2018; 44: 389–394.
27. Van Assche N, Jacobs R, Coucke W, van Steenberghe D, Quirynen M: Radiographic detection of artificial intra-bony defects in the edentulous area. *Clin Oral Implants Res* 2009; 20: 273–279.
28. van der Stelt PF: Experimentally produced bone lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1985; 59: 306–312.
29. Van der Veken D, Curvers F, Fieuws S, Lambrechts P: Prevalence of apical periodontitis and root filled teeth in a Belgian subpopulation found on CBCT images. *Int Endod J* 2017; 50: 317–329.
30. Walter SD, Macaskill P, Lord SJ, Irwig L: Effect of dependent errors in the assessment of diagnostic or screening test accuracy when the reference standard is imperfect. *Stat Med* 2012; 31(11–12): 1129–1138.
31. White SC, Atchison KA, Hewlett ER, Flack VF: Efficacy of FDA guidelines for prescribing radiographs to detect dental and intraosseous conditions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995; 80: 108–114.
32. World Medical Association: World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA* 2013; 310: 2191–2194.



Are apical lesions visible more often in CBCT than in panoramic radiographs?

Keywords: apical lesions, CBCT, cone-beam computed tomography, cortical bone thickness, panoramic radiography

Introduction: This study compares the accuracy of panoramic radiography and CBCT in detecting and diagnosing mandibular apical lesions, analysing the effect of the thickness of the cortical bone on the radiological visibility of apical lesions. **Methods:** Digital images of 343 patients who had CBCT scans and panoramic radiographs were inspected for mandibular apical lesions. The dimensions of the lesion and the thickness of the cortical bone in the affected region were measured. Statistical analyses were made using statistical software (IBM SPSS 25, IBM, Armonk, NY, USA). **Results:** CBCT detected apical lesions around 115 teeth; 77 of these were also visible on a panoramic radiography. The differences between the two methods were statistically significant in the premolar and molar regions (McNemar test; $p < 0.001$) but not in the anterior region ($p = 0.063$). For the size of the lesions no significant differences were found (Wilcoxon test; anterior, $p = 0.60$; premolar, $p = 0.90$; molar, $p = 0.61$). In the Mann-Whitney U test, buccal and palatal cortical thickness did not significantly influence the visibility of lesions in CBCT and panoramic measurements (buccal, $p = 0.93$; palatal, $p = 0.15$). **Conclusion:** Apical lesions seem to be much more readily visible on CBCT scans. The thickness of the cortical bone and the size of the lesions do not significantly influence the representation of apical lesions.



Ali-Reza Ketabi

Dr. Ali-Reza Ketabi Zahnarzt – Abteilung für Zahnärztliche Prothetik und Dentale Technologie, Zahnklinik der Universität Witten/Herdecke

Prof. Dr. Andree Piwowarczyk Abteilung für Zahnärztliche Prothetik und Dentale Technologie, Zahnklinik der Universität Witten/Herdecke

Dr. Dr. Sandra Ketabi Private Zahnarztpraxis Dr. Ali-Reza Ketabi, Stuttgart

Prof. Dr. Hans-Christoph Lauer Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik, Zentrum der Zahn-, Mund- und Kieferheilkunde (Carolinum) der Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt am Main

Dr. Martin Brenner Private Zahnarztpraxis Dr. Martin Brenner, Zahnärzte am Schloss, Bad Urach

Kontakt: Dr. Ali-Reza Ketabi, Epplestraße 29 a, 70597 Stuttgart, Deutschland, <https://orcid.org/0000-0001-5752-2529>, E-Mail: ali-reza.ketabi@uni-wh.de, alirezaketabi@yahoo.de.

Abb. 1–3 und Porträtfoto: A.-R. Ketabi