

## Indikationen der DVT in der HNO

Autor: *Priv.-Doz. Dr. med. C. Güldner*, Klinik für HNO, Kopf- und Halschirurgie Marburg (Direktor: Prof. Dr. med. J.A. Werner), Baldinger Straße, 35043 Marburg, Tel.: 0049-6421-58-69052, E-Mail: [gueldner@staff.uni-marburg.de](mailto:gueldner@staff.uni-marburg.de)

### Einleitung

Seit nunmehr 12 Jahren wird die Digitale Volumentomographie (DVT) zunehmend in der Diagnostik für Hochkontrastobjekte in der Hals-Nasen-Ohrenheilkunde eingesetzt. Nach initialer Pionierphase hat die Technik nun den Sprung in die Breite geschafft, und somit auch Eingang in die aktuellen Leitlinien zur radiologischen Bildgebung der verschiedenen Krankheitsbilder des Fachgebietes sowie Regulativen der Fachkunderichtlinie erhalten. In der bisherigen Literatur existieren verschiedene Begrifflichkeiten der Methodik selbst auf, wobei aus physikalischer Sicht die minimalen Unterschiede zu vernachlässigen sind, und somit ein nicht allen Autoren bewusster synonyme Gebrauch u.a. folgender Begriffe herrscht:

Digitale Volumentomographie (DVT), Cone beam computed tomography (CBCT), Cone beam tomography (CBT), Flat panel volume CT, Flachdetektor CT, Volumen CT, Flat panel CT, digital volume tomography

Um zukünftig eine einheitliche Nomenklatur zur Nutzen sollte im deutschen Sprachgebrauch der Begriff der DVT und im angloamerikanischen Sprachgebrauch der CBCT angewendet werden.

### Methodik

Als verbindliche Grundlagen und somit Basis der weiteren Ausführungen ist in den folgenden Leitlinien die DVT-Diagnostik inkludiert:

1. S2k Leitlinie – Rhinosinusitis [1]
2. European Position Paper on Rhinosinusitis and Nasal Polyps [2]
3. S1 Leitlinie – Chronisch mesotympanale Otitis media [3]
4. S1 Leitlinie – Algorithmen für die Durchführung radiologischer Untersuchungen der Kopf-Hals-Region [4]

### Ergebnisse

#### **Strahlenexposition in der Bildgebung der HNO**

Die Publikationen zum Thema der Dosis im CBCT in der HNO könnten widersprüchlicher nicht sein. So geht die Spanne von „CT hat das 100fache der applizierten Dosis des CBCT“ bis zu „CT liegt deutlich unter der applizierten Dosis des CBCT“ [5, 6]. Grundlage solcher Aussagen sind oft Betrachtungen von Dosismessungen an unterschiedlichen Geräteklassen oder ungleichen Aufnahmevolumina.

In der Betrachtung der Hochkontrastbildgebung der Frontobasis zeigt sich derzeit eine Spanne von 1.89 – 12.1mGy in der applizierten Dosis (Tabelle 1). Kritisch ist jedoch anzumerken, dass Grundlage der Messungen häufig Protokolle gemäß den Herstellerangaben verwendet worden. Unter der Berücksichtigung der derzeitigen diagnostischen Referenzwerte (chronische Rhinosinusitis bei Erwachsenen: 9mGy) zeigt sich somit, dass selbst CBCT Geräte im Standardmodus darüber arbeiten können. Da jedoch in der Routinediagnostik der chronischen Rhinosinusitis oder Mittelgesichtstraumatologie ein hohes Maß an Rauschen tolerierbar ist, besteht bei aktuell verwendeten hochqualitativen und somit häufig auch Dosis aufwendigen

Protokollen ein Optimierungspotential. So kann unter Betrachtung der klinisch-chirurgisch notwendigen Bildqualität ein Level von 2 – 3mGy applizierter Dosis als realistisch angesehen werden [6-9]. In Betrachtung von effektiver Dosis (0.11 – 1.20 mSv) und Linsendosis (0.61 – 1.19mSv) wiederholt sich die Spannweite (Tabelle1).

In der Anwendung der CBCT in der Visualisierung der Laterobasis ist die Spanne der applizierten Dosis deutlich größer. In der Routineaufnahme sind dies CTDI – Werte von 2.9 – 18.5 mGy, wobei in hoch auflösenden Modi dies auf weit über 20mGy ansteigen kann (Tabelle 2). Nachteil der hoch auflösenden Aufnahmen im CBCT ist jedoch die deutlich höhere Aufnahmezeit (teilweise bis zu 30s), so dass relevantes Risiko von Bewegungsartefakten existiert. Unter der Betrachtung der klinisch-chirurgisch notwendigen Bildqualität ist ein Level von 3 – 5 mGy applizierter Dosis realistisch [9, 10]. In Bezug auf die effektive Dosis besteht für die einseitige Aufnahme eine Variationsbreite von 0.04 – 0.12mSv (Tabelle 2).

Vergleichend zeigt sich in der konventionellen Projektionsradiographie der Untersuchungen im Schädelbereich (occipitontal, occipitofrontal, Schüller, Stenvers, etc.) eine geringe effektive Dosis von 0.03 – 0.06mSv. Dies liegt weiterhin unter den Werten der CBCT oder CT, wobei natürlich die geringe diagnostische Aussagekraft zu berücksichtigen ist.

In einem groben Vergleich der CBCT zu den derzeit in eingesetzten CT Modalitäten liegt die CBCT im Bereich der Laterobasis bei etwa bei 50% und im Bereich der Frontobasis bei etwa 25 – 30% sowohl der applizierten als auch effektiven Dosis (Tabelle 1, 2). Modernste CT Geräte können dieselben Dosislevel wie ein CBCT realisieren [6, 11], wobei derzeit die tatsächliche Umsetzung dieser Protokolle in der täglichen Routine sowie die betriebswirtschaftliche Effizienz in der Diagnostik der Hochkontrast Bildgebung diskutiert werden muss.

*Tabelle 1: Übersicht über die aktuellen Studien in der Bildgebung der Nase und Nasennebenhöhlen/ Frontobasis in Hinblick auf Dosismessung.*

Referenz	Angegebene Dosisgrößen		Methodik	Untersuchte Geräte/ Bemerkungen zur Studie
	$CTDI_{vol}$	effektive Dosis/ teilw. Oberflächendosis		
Daly et al. 2006	10 mGy		16 cm zylindrisches Kopf-Hals-Phantom	Prototyp: isocentric C-Arm (Siemens PowerMobil) in der Niedrigkontrastbildgebung
Daly et al., 2006	3 mGy		16 cm zylindrisches Kopf-Hals-Phantom	Prototyp: isocentric C-Arm (Siemens PowerMobil) in der Hochkontrastbildgebung
Manarey et al. 2006	1,89 +/- 0,04 bis 10,7 +/- 0,6mGy		Kopf-Phantom	GE OEC 9800 Plus fluoroscopic C-Arm mit einem Field of view von 23 cm
Yamauchi-Kawaura et al. 2010	8,0 - 48,0 mGy	1,2 +/- 0,7 mSv	pediatric phantom used in this study (Kyoto Kagaku Co. Ltd., Kyoto, Japan)	High-Speed NX/i Advantage, Light-Speed QX/i Advantage, and Light Speed VCT (General Electric Healthcare, Milwaukee, Wis, USA); Somatom sensation 16, Somatom sensation 64, Somatom Definition (Siemens Medical Solutions, Erlangen, Germany); Asteion 4, Aquilion 8, Aquilion 16, Aquilion 64, Aquilion One 320 (Toshiba Medical Systems, Otawara, Japan); and Brilliance 16 and Brilliance 64 (Philips Electronics, Eindhoven, Netherlands)

Referenz	Angesegebene Dosisgrößen		Methodik	Untersuchte Geräte/ Bemerkungen zur Studie
Kyriakou et al. 2011	NT9000: 2.8 mGy NT3G: 3,1 mGy PT: 3,1 mGy K3e: 2,3 mGy CT: 2,7 mGy		Punktionsisationskammer, hier die PTW30013 (Farmer Chamber, PTW, Freiburg, DKD-kalibriert)	NewTom9000 (Einstellung nach Herstellerempfehlung) NewTom 3G (Einstellung nach Herstellerempfehlung) Picasso Trio (Einstellung nach Herstellerempfehlung) KaVo 3D eXam (Einstellung nach Herstellerempfehlung) Somatom Definition Flash (Einstellungen Dosisoptimiert)
Knörge et al. 2012	CBCT Standard: 6,9 mGy CBCT High resolution: 12,1 mGy CT Standard: 7,82 mGy CT High resolution: 10,95 mGy	CBCT Standard: 0,11 mSv CBCT High resolution: 0,20 mSv CT Standard: 0,44 mSv CT High resolution: 0,67 mSv	Alderson-Rando	3D Accuitomo 170, J. Morita MFG. Corp., Kyoto, Japan Somatom Sensation 64 (Fa. Siemens AG, Erlangen)
Schulz et al. 2012		Eye lens left: 0,67 mSv Eye lens right: 0,61 mSv	Rando phantom (The Phantom Laboratory, Salem, NY, USA)	CT device (Somatom Definition Flash, Siemens, Erlangen, Germany)
Xu et al. 2012	3,3 - 5,7mGy	0,09 - 0,19 mSv	CTDI Phantom	CS 9300, Carestream Health, Rochester, NY
Güldner et al. 2012b	2,4 mGy	Lens: 1,19 mSv parotid gland: 0,29 mSv	humane Ganzkopfpräparate	Accu-I-tomo F17, Morita, Kyoto, Japan
Kwok et al. 2013		CBCT: 4,4 - 5,4 mSv MDCT: 4,3 mSv	Alderson-Rando	Artis zeego (Siemens, Erlangen, Germany), Infinix VC-i (Toshiba, Tokyo, Japan) and comparable protocols for the Aquilion 16 MDCT (Toshiba, Tokyo, Japan) were used to image the phantom loaded with the TLDs. All these protocols were provided by the manufacturers for routine clinical imaging and were used as supplied. Hirn-Protokoll (Niedrigkontrastbildgebung)

Referenz	Angegebene Dosisgrößen	Methodik	Untersuchte Geräte/ Bemerkungen zur Studie
Bitterwolf et al. 2013	2 – 3 mGy	humane Ganzkopfpräparate	Accu-I-tomo F17, Morita, Kyoto, Japan Optimierung hinsichtlich chirurgisch notwendiger Bildqualität

Tabelle 2: Übersicht über die aktuellen Studien in der Bildgebung des Felsenbeines/ Laterobasis in Hinblick auf Dosismessung.

Referenz	Angেgebene Dosisgrößen		Methodik	Untersuchte Geräte/ Bemerkungen zur Studie
	CTDIvol	effektive Dosis/ teilw. Oberflächendosis		
Iwai et al. 2001		Lens: 0,112 mSv parotid gland: 0,253 mSv effective: 0,014 mSv	Alderson-Rando	3DX Multi image micro CT (3DX) was developed along similar lines by MORITA Co., Ltd. (Kyoto, JAPAN) Field of view 4 x 4 cm - einseitige Visualisierung
Faccioli et al. 2009	CBCT: 9,03 mGy CT: 11,8 mGy	CBCT: 0,11 mSv CT: 0,28 mSv	Rando phantom (Alderson Research Laboratory, Stanford, CN, USA)	Maxiscan equipment (QR-DVT 9000, Verona, Italy) – einseitige Visualisierung Brilliance CT 6 MDCT device (Philips, Eindhoven, The Netherlands) - Beidseitige Visualisierung
Yamauchi et al. 2010	CTDI: 18,5 – 55,9mGy	0,6 +/- 0,4 mSv	paediatric phantom used in this study (Kyoto Kagaku Co. Ltd., Kyoto, Japan)	High-Speed NX/i Advantage, Light-Speed QX/i Advantage, and Light Speed VCT (General Electric Healthcare, Milwaukee, Wis, USA); Somatom sensation 16, Somatom sensation 64, Somatom Definition (Siemens Medical Solutions, Erlangen, Germany); Asteion 4, Aquilion 8, Aquilion 16, Aquilion 64, Aquilion One 320 (Toshiba Medical Systems, Otawara, Japan); and Brilliance 16 and Brilliance 64 (Philips Electronics, Eindhoven, Netherlands) Für alle Geräte eine beidseitige Visualisierung mit Weichteilprotokoll

Referenz	Angegebene Dosisgrößen		Methodik	Untersuchte Geräte/ Bemerkungen zur Studie
Knörger et al. 2012	CBCT Standard: 8,0 mGy CBCT High resolution: 14,1 mGy CT Standard: 27,9 mGy CT High resolution: 41,8 mGy	CBCT Standard: 0,07 mSv CBCT High resolution: 0,12 mSv CT Standard: 0,35 mSv CT High resolution: 0,54 mSv	Alderson-Rando	3D Accuitomo 170, J. Morita MFG. Corp., Kyoto, Japan - Einseitige Visualisierung Somatom Sensation 64 (Fa. Siemens AG, Erlangen) - beidseitige Visualisierung
Xu et al. 2012	2,9 – 4,8 mGy	0,04 – 0,08 mSv	CTDI Phantom	CS 9300, Carestream Health, Rochester, NY - einseitige Visualisierung
Bitterwolf et al. 2013	3 – 4 mGy		humane Ganzkopfpräparate	Accu-I-tomo F17, Morita, Kyoto, Japan Optimierung hinsichtlich chirurgisch notwendiger Bildqualität - einseitige Visualisierung