

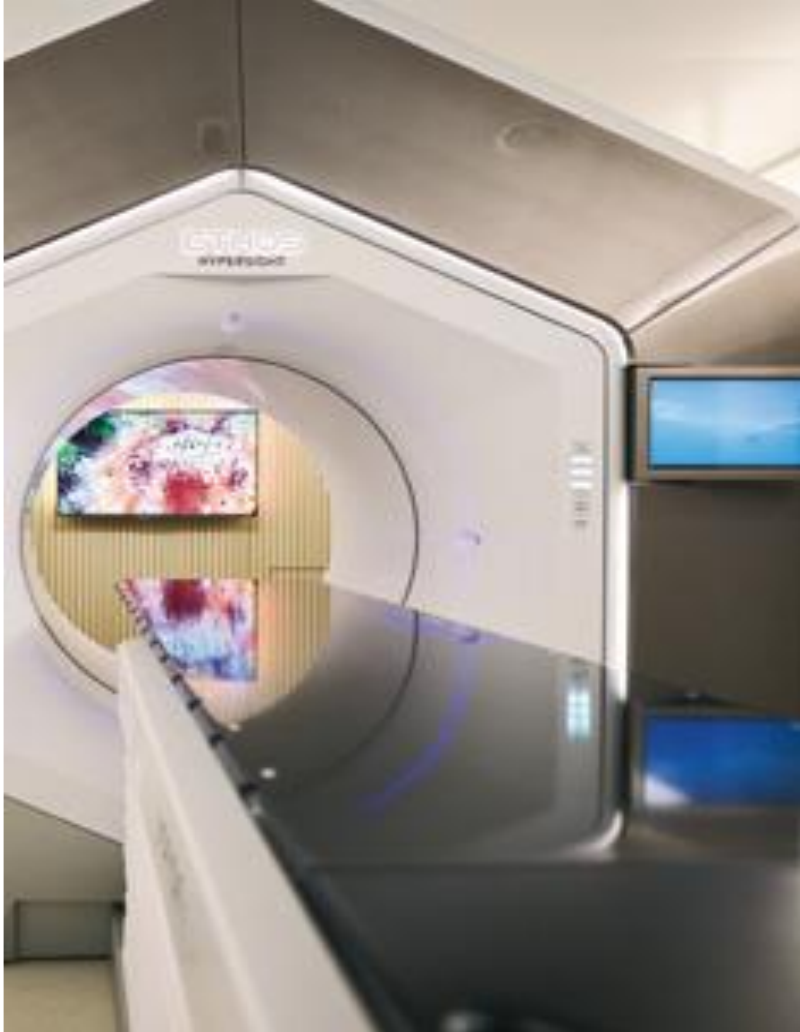


Techniken der Körperstereotaxie (SBRT) Leberbestrahlung im Speziellen

Dr. med. Helena Garcia Schüler

HIRSLANDEN 
KLINIK STEPHANSHORN

SBRT - Worum geht es heute?



- Überblick SBRT
- Rolle der SBRT bei Lebertumoren
- Herausforderung Treffsicherheit
- Verfahrensauswahl

Begriffsklärung SBRT

- *"stereós" - starr, fest, und "táxis" - Anordnung, Einrichtung*
- Andere Übersetzung: Berühren eines Ziels in einem definierten Raum
- Generell bezeichnet **Stereotaxie** alle Behandlungsmethoden, bei denen durch Zielführungssysteme (Rahmen, Computer, Bildgebung) eine mm-genaue Lokalisation möglich ist.
- Heutzutage in der Strahlentherapie synonym verwendet bei kleinstem Behandlungsvolumen, minimalen Sicherheitsabständen, inhomogener Dosisverschreibung oder stark hypofraktionierten Konzepten bis Radiochirurgie

Einsatzgebiete SBRT

- Kleine Lungentumore und-Metastasen, Leberumore (HCC, CCC) und -Metastasen, Oligometastasierung (Knochenmetastasen, Lymphknotenmetastasen), Re-Bestrahlungen, NCC, Pankreaskarzinome und, und, und
- Alle Targets die Präzision erfordern
- Margins von 1-3mm
- Sehr starker Dosisabfall in der Umgebung erforderlich (OAR)
- Anwendung von hohen Einzeldosen

Voraussetzungen SBRT

- Gerät Stereotaxie-fähig (je nach MLC, Limits in der Feldgrösse)
- Physikalische Bestrahlungsplanung, Erfahrung, QA inklusive Kleinfeld-dosimetrie
- Erfahrung des Behandlers mit Bildgebung (Konturierung), Dosierungen (BED entscheidend) und Toxizitäten
- Erfahrung des Teams mit Immobilisation, Bildgebung (Treffsicherheit/Imaging on-board) und ggf. Surrogatsuche bei Gating

Rolle der SBRT bei Leber-Bestrahlung

- Ausserhalb von palliativen Konzepten und wenigen Indikationen für Radiochemotherapie hat erst mit der SBRT die Radiotherapie überhaupt eine Rolle in der Behandlung von Lebertumoren bekommen
- Leber einerseits paralleles Organ, daher ein gewisser Anteil verzichtbar
- Andererseits viele (serielle) Strukturen (Gallengänge/Gefässe) enthalten, die schwere Komplikationen verursachen können

HCC – SBRT als Primäre Lokalthherapie

- Patienten die nicht für eine Leber-Transplantation oder Resektion qualifizieren
 - SBRT als Alternative zu anderen Lokalverfahren (Ablation, Embolisation) (ESMO GL, NCCN)
 - V.a., wenn aufgrund Tumorgröße (> 3 cm) oder Lokalisation mit Nähe zu grossen Gefässen oder Gallenwegen das Lokalrezidiv-Risiko von Thermal-Ablativen Verfahren hoch ist
 - 5 x 7-10 @65% (Ziel: BED> 100 Gy)
- Bridging: Um Drop-out Rate von der Transplantations-Liste aufgrund Tumorprogress zu verringern.
 - 5 x 6 Gy @65% (Einschluss von Gefässthromben!)
- Neoadjuvant vor Resektion bei Portalvenen-Thrombus
 - 6 x 3 Gy (Wie et al 2019)

CCC - SBRT als Primäre Lokalthherapie

- Als primäre Lokalthherapie bei nicht resektablen Tumoren, auf eine initiale systemische Therapie über mehrere Monate nicht progredient
 - SBRT: 5 x 7 (6– 8 Gy) @80%
 - Perihiläres (oder distales) CCC oder grosses Volumen: 10 x 4 - 4.5 Gy @80%
 - Je nach Lage des Tumors und Grösse sehr individuelles Fraktionierungsschema
- Cave: CCC-Patienten haben höhere Raten an Gallengangs-Tox Grad ≥ 3 nach SBRT der Leber als Nicht-CCC Pat
- Postoperativ bei hochrisiko-Patienten (R1) als RCT (keine SBRT)
- Multimodal/Neoadjuvant vor geplanter Transplantation beim nicht resektablen perihilären CCC – «Mayo-Protokoll» (keine SBRT)

Lebermetastasen SBRT

- Indikation v.a. Oligometastasierung und Oligoprogression
- Selten aufgrund Beschwerden palliativ
- Dosierung:
 - Vielfältige Schemata, meist inhomogene Dosierung auf 65-80% Isodose
 - risiko-adaptiert abhängig von OAR constraints
- Häufigste Dosierungen: 5 x 7-**10** Gy@65% oder 3 x 12.5/**15** Gy@65%
- BED im GTV sollte 120 Gy erreichen

Herausforderungen bei SBRT der Leber

- Matching in der Bestrahlungsplanung bereits eine Herausforderung
- Atembewegliches Target
- Im üblichen CBCT oder gar kv-Aufnahmen Tumor häufig nicht erkennbar (ausser bei Nekrose)
- Nicht zwingend lineare Organ-Bewegungen

Zielsicherheit bei SBRT der Leber

Massnahmen zur Minimierung eines geographical Miss bzw. zur Vermeidung von cm-grossen Sicherheitsabständen:

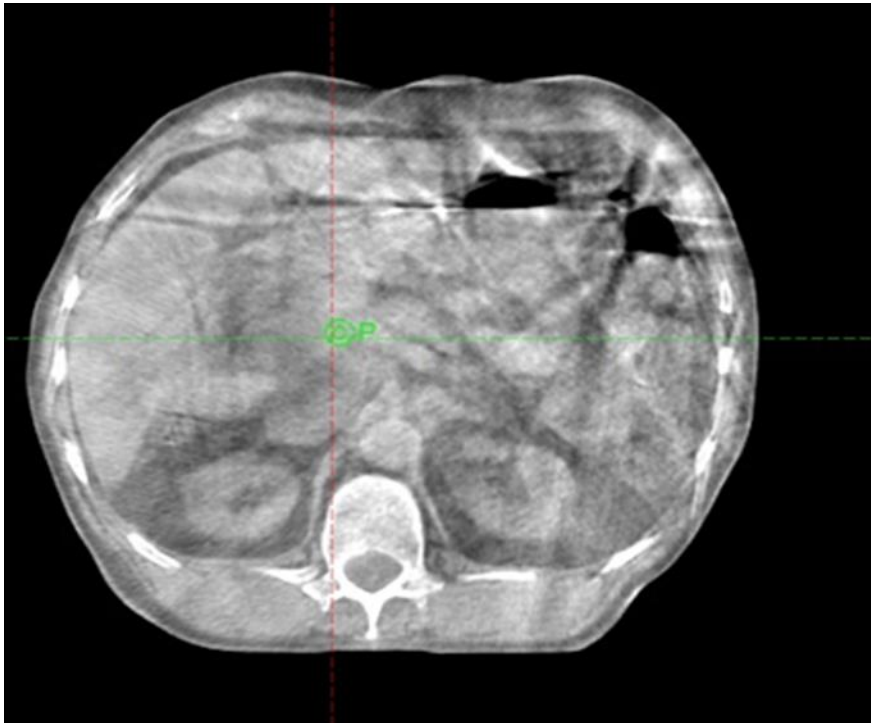
1. Gute diagnostische Bildgebung zur Planung , Fusionsqualität!
2. Image guidance: Bestmögliche Qualität der CBCTs je nach Lokalisation, sorgfältiges Aussuchen von Surrogatstrukturen zum Match des GTVs
3. Umgang mit der Beweglichkeit des Zieles:
 - Alle möglichen Aufenthalte des GTVs vorhersagen (ITV)
 - Beweglichkeit reduzieren (motion management)
 - Warten dass das Ziel in der Position ist (Gating)
4. Tracking: Methoden, um die intrafraktionelle Target Position zu überwachen

1. Bestrahlungsplanung

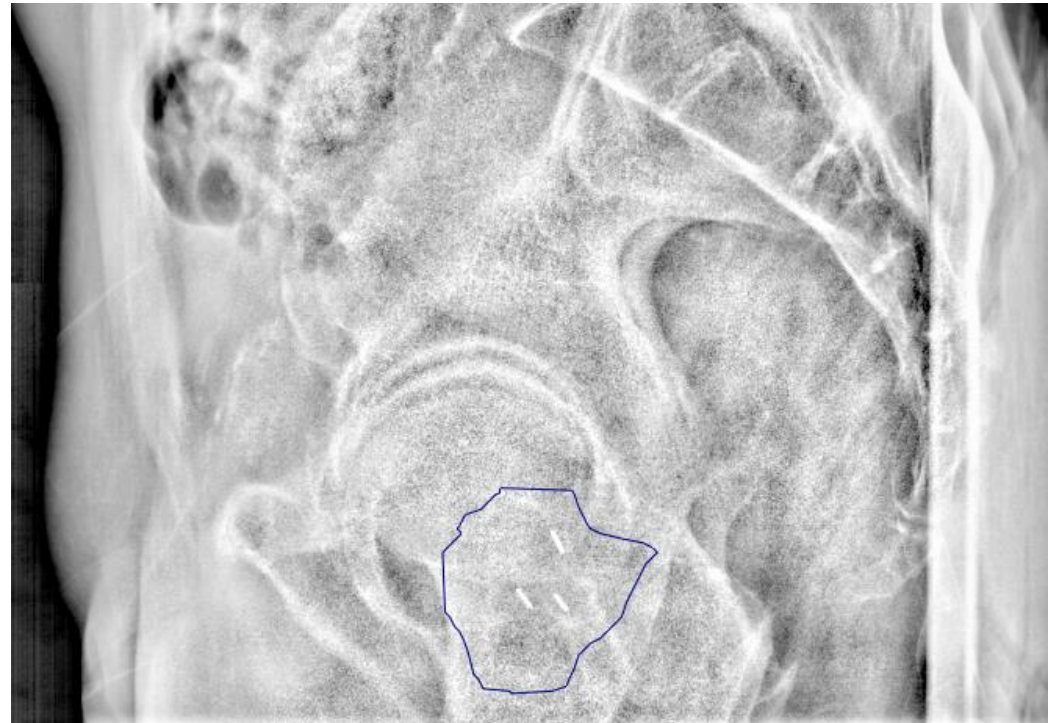
- Multi-Phasen-CT mit Leberprotokoll und/oder KM-verstärktes Leber-MRI, Auch im MRI u/o KM-CT Breathhold-Sequenz
- EBH CT oder (und) 4D-CT (mit Bauchpresse für abdominelle Kompression falls möglich bzw. erforderlich)
- Scanbereich Carina – L5
- Insbesondere bei multiplen Targets unabhängig ob Gating 4D-CT sinnvoll
- GTV = Primärtumor oder Metastase
- ITV Falls free breathing oder Phasengating: Summe aus GTV in allen geplanten Phasen
- CTV = GTV bzw. ITV + 5 mm (Sonderfall Leber)
- PTV = CTV + 3-8mm
- Margins differieren je nach Grunderkrankung (Metastase, HCC, CCC) und Lokalisation

3. Image Guidance / IGRT

- Reduziert setup-error, interner Marker statt externe Marker (Makrierungen, tatoos, Surface Guidance)
 - CBCT
 - Marker



Bildquelle: Garcia@USZ



Bildquelle: Garcia@MVZ Agaplesion Frankfurt a.M.

3. Umgang mit der Beweglichkeit des Zieles: Motion Management

- Vakuummatten, Abdomenkompression
- Damit ITV-Konzept/4D-CT



3. Umgang mit der Beweglichkeit des Zieles: 4D-CT / ITV



Bildquelle: Garcia@Hirslanden Radiotherapie Stephanshorn

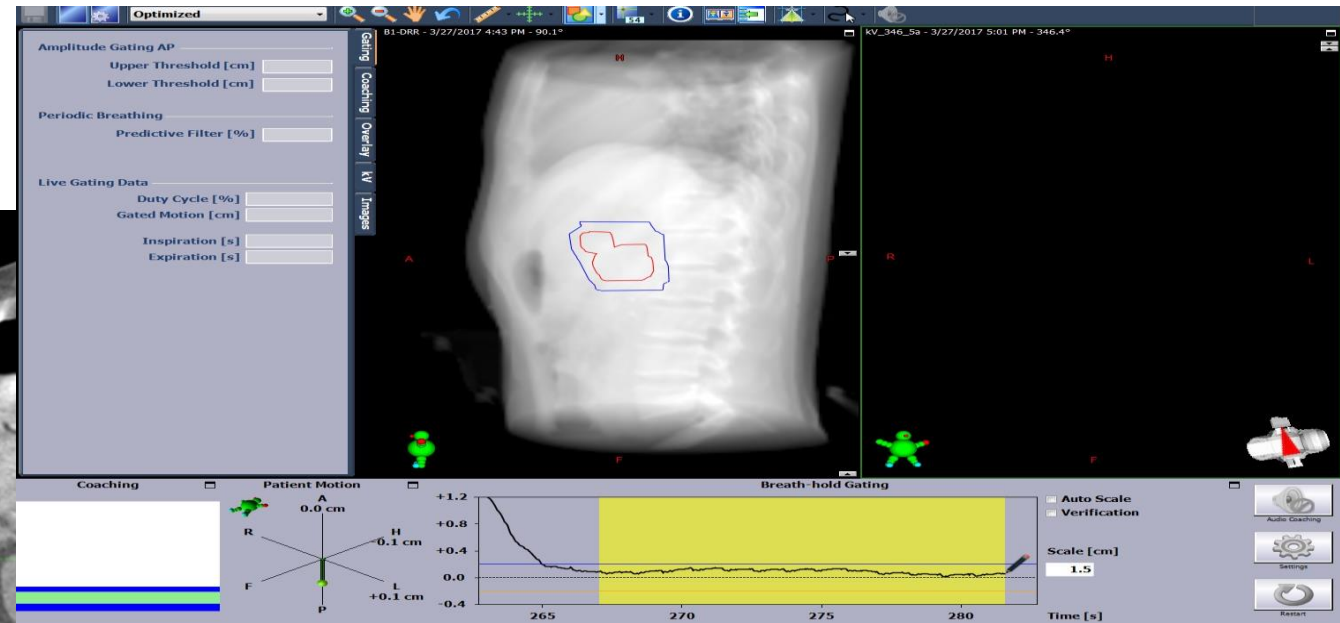
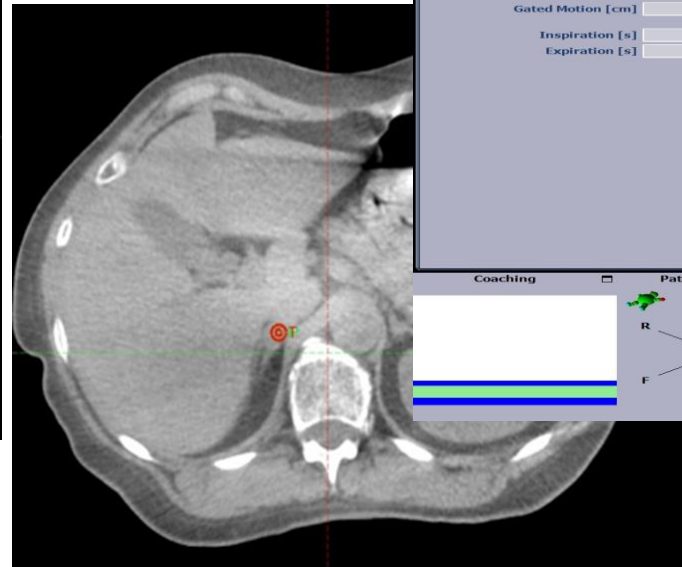
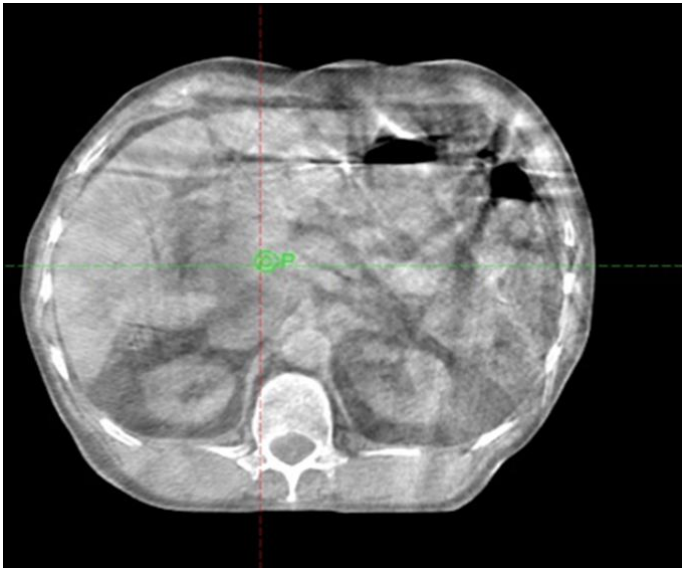


Bildquelle: Garcia@USZ

- ITV-Konturierung in allen Phasen -> alle Aufenthaltswahrscheinlichkeiten bedacht
- Aber: kann je nach Beweglichkeit das Zielgebiet um das mehrfache vergrössern

3. Umgang mit der Beweglichkeit des Zieles: Gating

- Reduktion des Applikationsfensters auf bestimmte Atemphasen, gar auf nur eine (Breathhold), um das Behandlungsvolumen zu verkleinern
- RPM: externer Marker (infrarot) zur Atmungsüberwachung.
- Breathhold:
 - Bei Abdomen in Expiration
 - CBCT für setup bessere Qualität



4. Umgang mit der Beweglichkeit des Zieles: Tracking

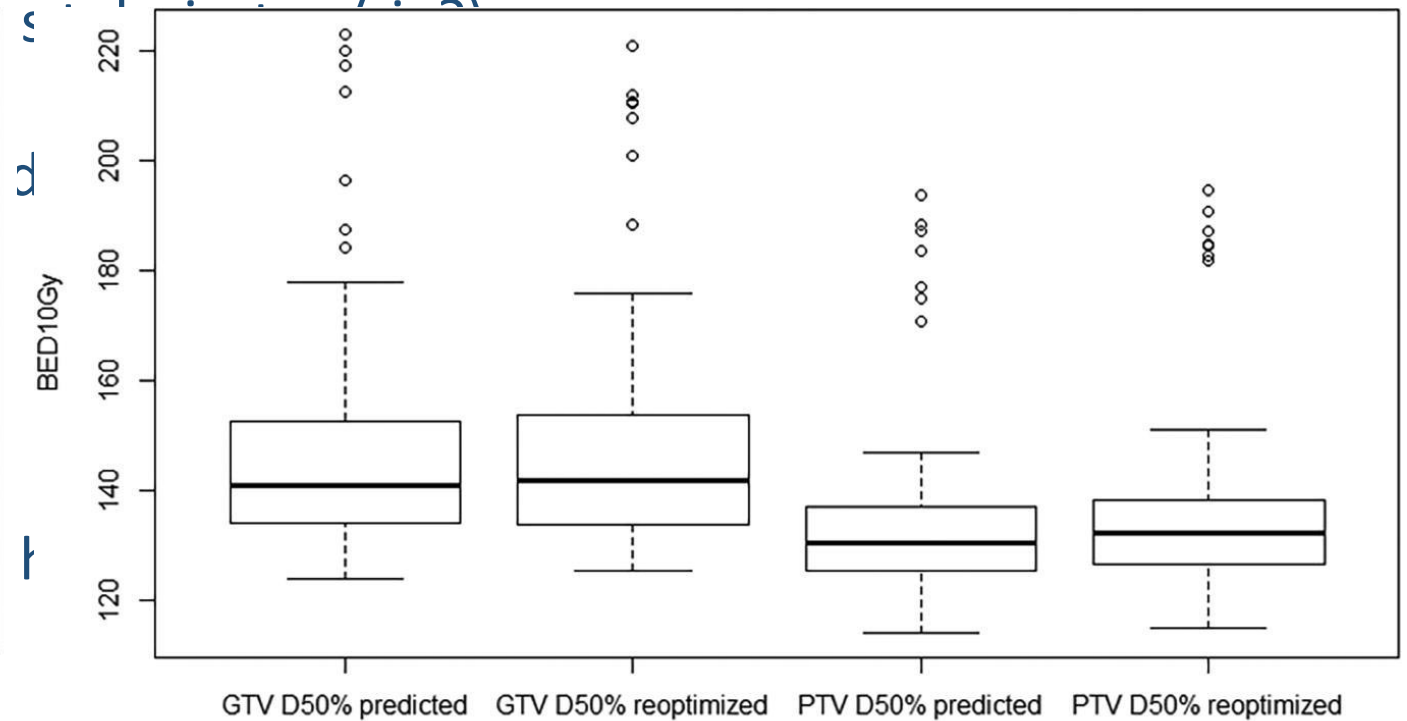
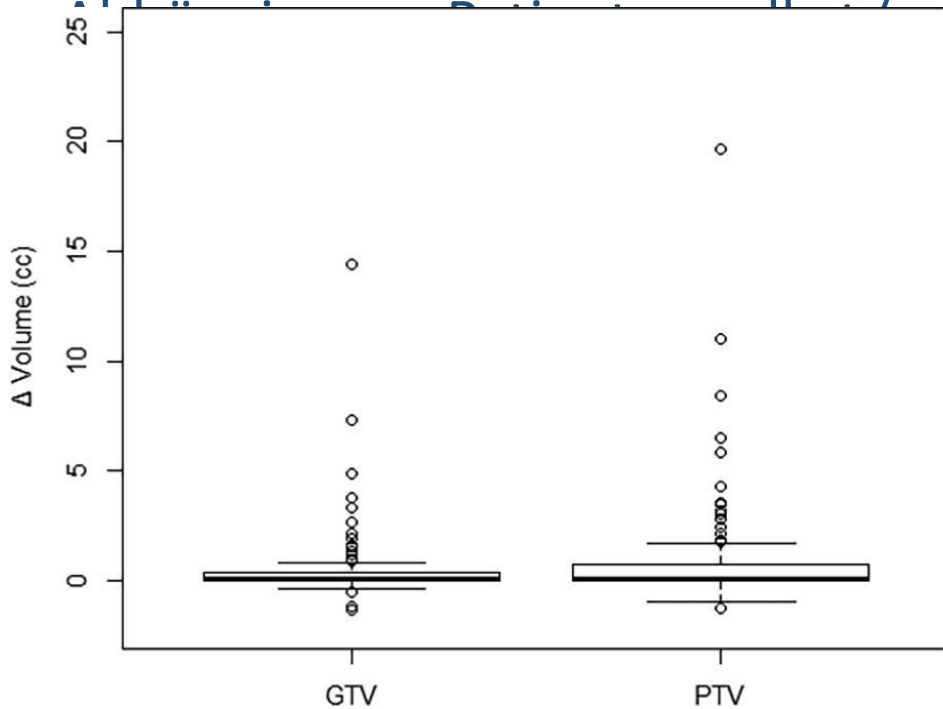
- Methoden, um die intrafraktionelle Targetposition zu überwachen
 - Gold Marker: internes Surrogat (invasiv), kv-Bildgebung, Beam-off nur bei manchen Systemen
 - Transponder: internes Surrogat (invasiv), real-time Electromagnetische Wellen, stör anfällig (Metalle)
 - Surface-guided RT: externes Surrogat, real-time Systemen, Übertragbarkeit auf inneres Surrogat
 - Sonderfall MR-Linac: online Gating/Tracking mit



Welche Technik für wen?

- Abhängig vom Patienten selbst (was toleriert er/sie?)
- Von Zielgebiet
 - Nähe zu anderen Organen
 - kritische Dosierungen bei grösseren Margins
 - Beweglichkeit
- Von Erfahrung des Teams
- Von Apparativer Ausstattung und physikalischer QA-Möglichkeiten

Breath-hold nicht für jedermann



Finazzi et al, Radioth. Oncol., 2020

- Ohne angrenzendes kritisches OAR kaum ein Vorteil für wenig bewegliche Targets.

Lebertumore – Fazit SBRT

- SBRT bei Lebermetastasen ist im Zuge der Oligometastasierung-Diskussion immer mehr Standard in der Radiotherapie
- Primäre Lebertumore sind aufgrund der interventinellen Radiologie hart erkämpfte Patienten, jedoch wird in Guidelines die Radiotherapie bereits bei einigen Konstellationen von inoperablen HCC/CCC genannt und empfohlen. Mit zunehmender Verbesserung der Technik ist ein Zuwachs dieser Patienten zu erwarten
- Radiotherapie durch Tumorgrösse oder Lage weniger limitiert als andere Verfahren und sicher applizierbar
- Technische Herausforderungen für ein Team bei der Implementierung
- Für welches Gating oder Motion management man sich entscheidet, hängt von den lokalen Gegebenheiten und der Erfahrung des Teams ab.
- Man sollte nie einfach davon ausgehen dass sich etwas immer gleich bewegt, v.a. nicht bei mehreren Targets in einem Plan (4D!)
- Immer zu überlegen ob man das Ziel sieht und trifft, bevor man sich über Dosierungen und Margins entscheidet

Vielen Dank



Fragen?