



Stellenwert der Aktualität des Planungs-MRTs: Wie alt ist zu alt und wie oft sollte eine Kontroll-MRT während der Stereotaxie erfolgen?

Dr. med. Felix Ehret
Klinik für Radioonkologie und Strahlentherapie
Charité – Universitätsmedizin Berlin

A photograph of a historic brick building with a prominent round tower. The tower has a dark, conical roof and is decorated with intricate Gothic-style tracery around the windows. The words 'CHARITÉ KRANKENHAUS' are inscribed in gold letters on the brickwork of the tower.

CHARITÉ
KRANKENHAUS

Erklärung zu möglichen Interessenskonflikten

Berater- und Gutachtertätigkeiten

Nein.

Honorare

Accuray Inc.

Forschungsfinanzierung

Nein.

Eigentümerinteressen (Patent, Urheberrecht, Verkaufslizenz)

Nein.

Geschäftsanteile, Aktien, Fonds

Nein.

Überblick

1. Hintergrund
2. Planungs-MRT: Wie alt ist zu alt?
3. Wie oft sollte eine Kontroll-MRT erfolgen?
4. Zusammenfassung

Hintergrund

„If you can't see it, you can't hit it.
If you can't hit it, you can't cure it.“¹

— Harold Johns

1: Njeh CF. Tumor delineation: The weakest link in the search for accuracy in radiotherapy. J Med Phys 2008;33:136-40

Hintergrund

- Die Zielvolumenidentifikation ist für lokal-ablative Verfahren von größter Wichtigkeit
- Die Magnetresonanztomographie (MRT) ermöglicht einen besseren Weichteilkontrast und somit Abgrenzbarkeit unterschiedlicher anatomischer Strukturen
- Die stereotaktische Radiochirurgie und deren Planung basiert im Wesentlichen auf den Bildinformationen der MRT

Planungs-MRT: Wie alt ist zu alt?

Ab wann ist für Sie ein Planungs-MRT für eine SRS von Hirnmetastasen zu „alt“?

Clinical Investigation

Interval From Imaging to Treatment Delivery in the Radiation Surgery Age: How Long Is Too Long?



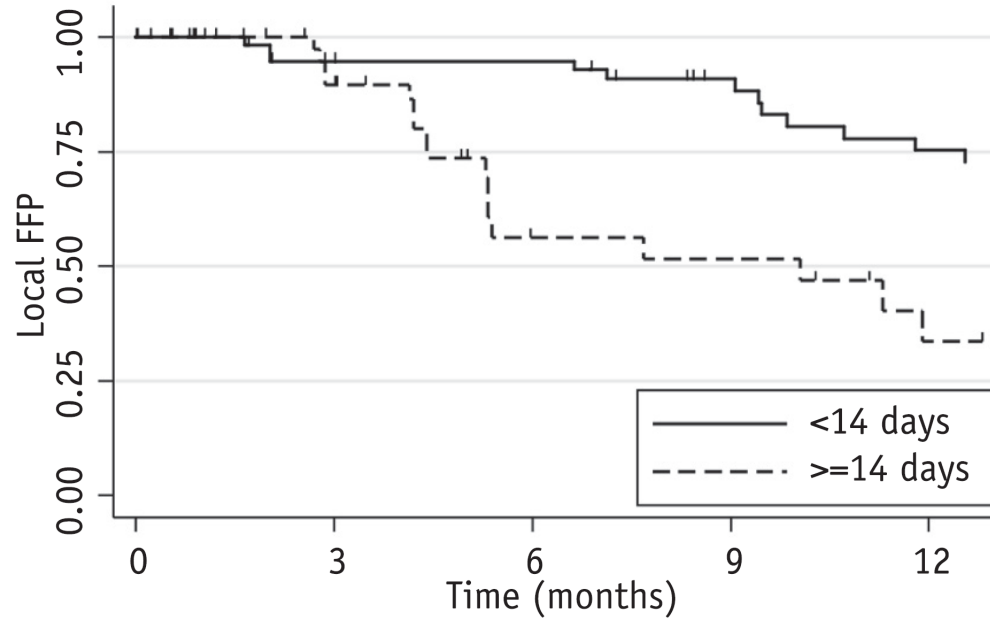
Zachary A. Seymour, MD,^{*} Shannon E. Fogh, MD,^{*} Sarah K. Westcott,^{*}
Steve Braunstein, MD, PhD,^{*} David A. Larson, MD,^{*,†}
Igor J. Barani, MD,^{*} Jean Nakamura, MD, PhD,^{*}
and Penny K. Sneed, MD^{*}

^{}Department of Radiation Oncology, University of California at San Francisco, San Francisco, California; and [†]Department of Neurological Surgery, University of California at San Francisco, San Francisco, California*

Planungs-MRT: Wie alt ist zu alt?

- 151 Hirnmetastasen von 82 Patienten mittels SRS behandelt
- Retrospektive Analyse, ob die Zeit zwischen Planungs-MRT und SRS Einfluss auf die lokale Progressionsfreiheit hat („local freedom from progression“, LFFP)
- Hypothese: MRT ≥ 14 Tage vor SRS führt zu einer geringeren LFFP

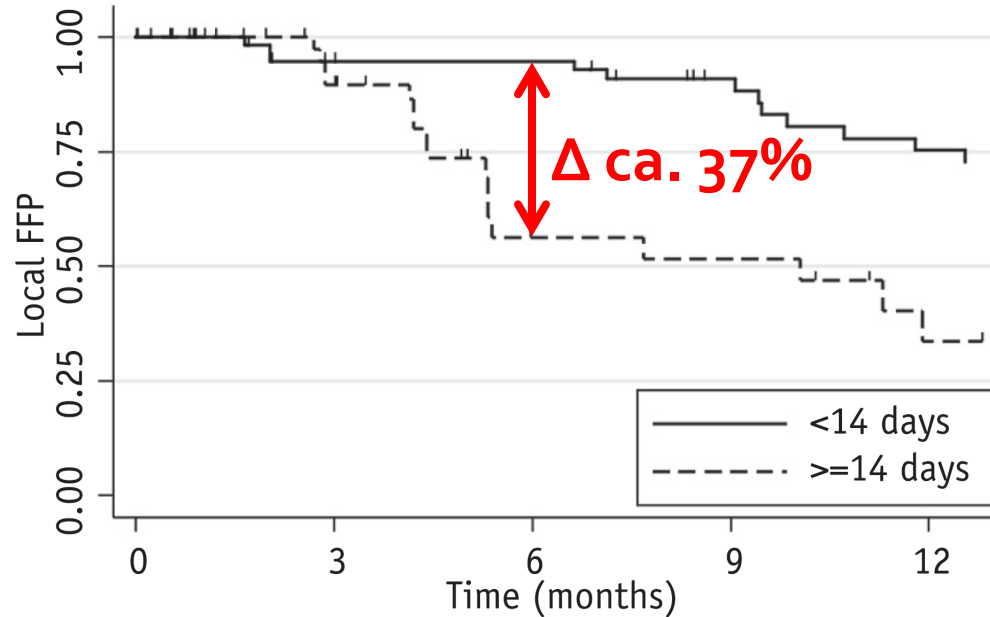
Planungs-MRT: Wie alt ist zu alt?



Number at risk

delay = 0	89	51	50	35	29
delay = 1	62	35	12	11	5

Planungs-MRT: Wie alt ist zu alt?



Number at risk

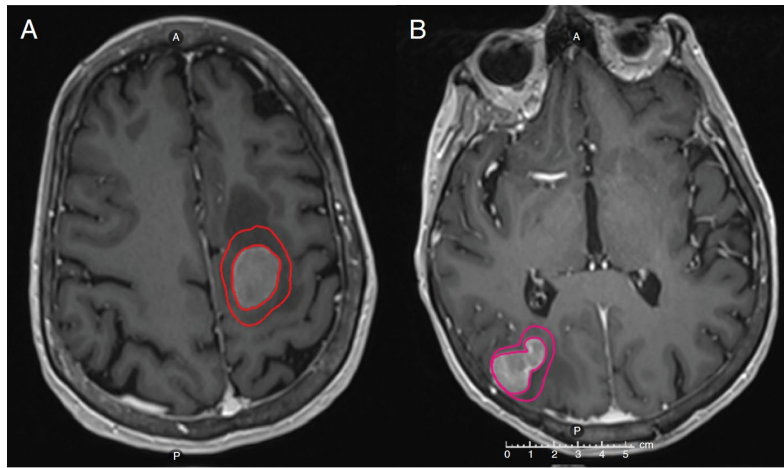
delay = 0	89	51	50	35	29
delay = 1	62	35	12	11	5

Planungs-MRT: Wie alt ist zu alt?

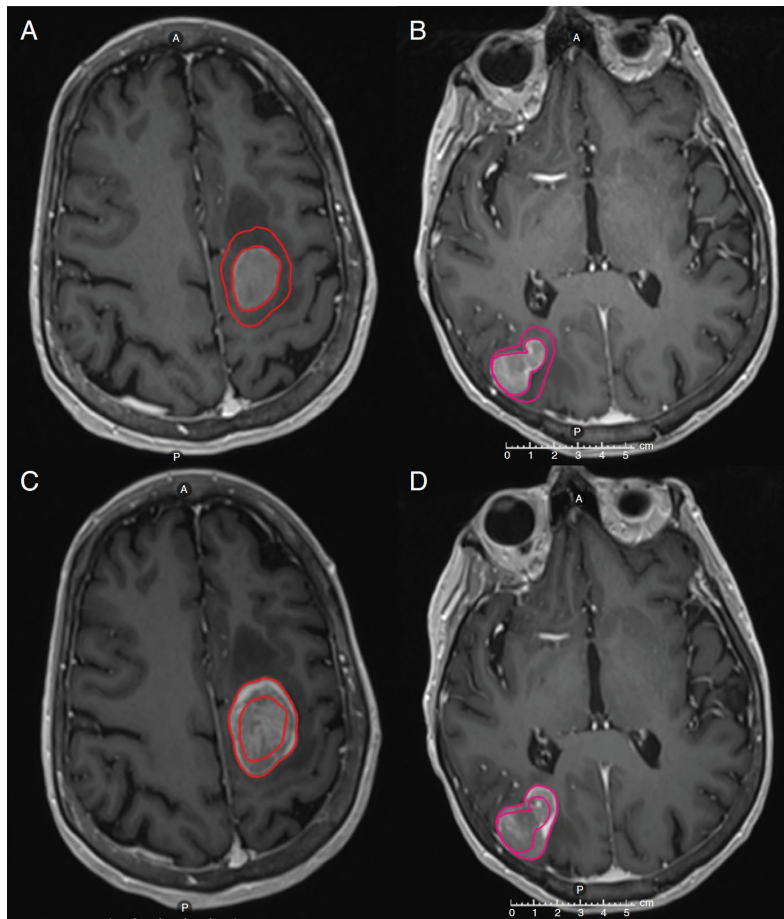
In multivariate models, despite differences in target volumes and BED between cohorts, the interval from MRI to treatment remained the dominant factor for improved local control ($P = .002$, Cox proportional hazards; hazard ratio: 3.4; 95% CI: 1.6-7.3; $\chi^2 = 0.002$) (Table 3). Inclusion of other unbalanced factors such as slice thickness, gap, and timing from CT simulation and BED in multivariate models of local control without the stepwise technique did not alter the final results, suggesting that the interval from MRI to treatment was the most important factor for local control in this cohort.

Planungs-MRT: Wie alt ist zu alt?

In multivariate models, despite differences in target volumes and BED between cohorts, the interval from MRI to treatment remained the dominant factor for improved local control ($P=.002$, Cox proportional hazards; hazard ratio: 3.4; 95% CI: 1.6-7.3; $\chi^2 = 0.002$) (Table 3). Inclusion of other unbalanced factors such as slice thickness, gap, and timing from CT simulation and BED in multivariate models of local control without the stepwise technique did not alter the final results, suggesting that the interval from MRI to treatment was the most important factor for local control in this cohort.

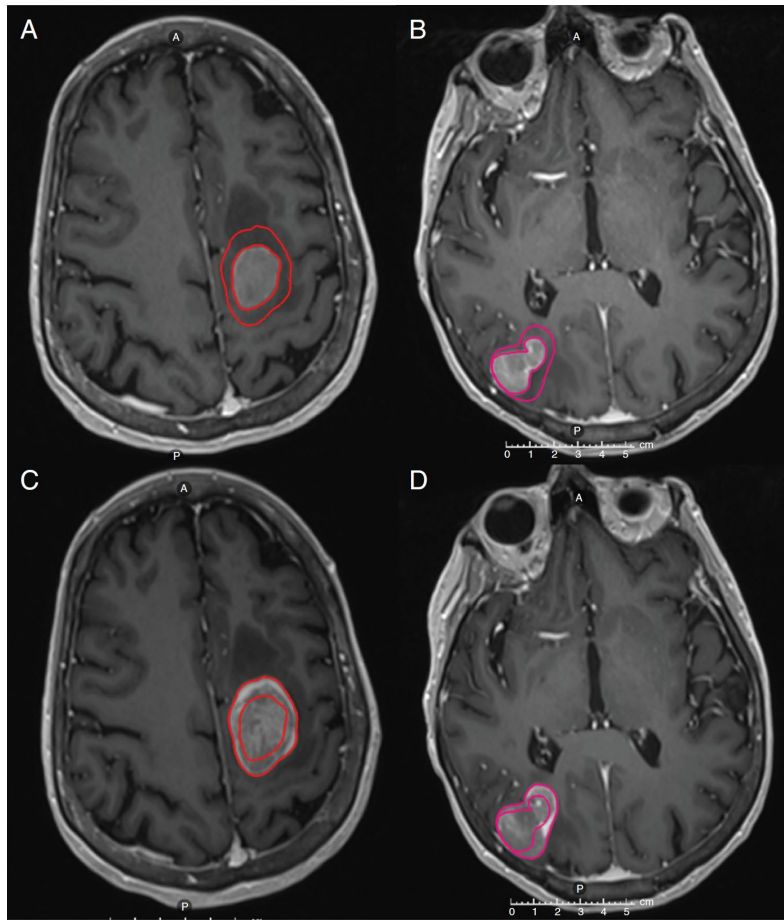


Kutuk T et al. Impact of MRI timing on tumor volume and anatomic displacement for brain metastases undergoing stereotactic radiosurgery. *Neurooncol Pract.* 2021;8(6):674-683.



Kutuk T et al. Impact of MRI timing on tumor volume and anatomic displacement for brain metastases undergoing stereotactic radiosurgery. *Neurooncol Pract.* 2021;8(6):674-683.

8 Tage



Kutuk T et al. Impact of MRI timing on tumor volume and anatomic displacement for brain metastases undergoing stereotactic radiosurgery. *Neurooncol Pract.* 2021;8(6):674-683.

Determining Disease Extent

Changes in Brain Metastasis During Radiosurgical Planning

Alison L. Salkeld, FRANZCR, MBBS(Hons), BScAdv (HonsI), ^{*,†,‡,§,||}

Eric K.C. Hau, BSc(Med), MBBS, Grad Cert(Biostatistics), ^{*,†,§,||}

Najmun Nahar, FRANZCR, MBBS, ^{*,†}

Jonathan R. Sykes, BA, MSc, PhD, MIPEM, CMPS, ^{*,†,‡,§}

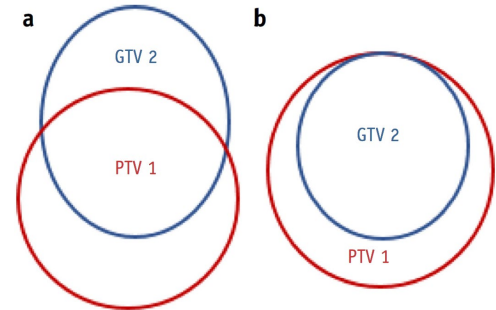
Wei Wang, FRANZCR, MBBS, MPH, ^{*,†,§,||} and

David I. Thwaites, BA, MA, MSc, PhD, FInstP, FIPEM, FRCR(Hon),
FACPSE ^{*,†,§,¶}



Planungs-MRT: Wie alt ist zu alt?

- 44 Hirnmetastasen und 15 Resektionshöhlen von 34 Patienten mittels SRS oder FSRT behandelt
- Prospektive Analyse
 1. MRT vor Stereotaxie: Gemäß Normalbetrieb
 2. MRT vor Stereotaxie: 24 Stunden vor Beginn der Strahlentherapie
- Primärer Endpunkt: Anzahl an Behandlungen, die auf Basis des 2. MRT angepasst werden mussten, z.B. Replanung oder Therapieänderung



Planungs-MRT: Wie alt ist zu alt?

- Mediane Zeit zwischen 1. und 2. MRT: 7 Tage
- Für 91% der Patienten war der Intervall 14 Tage oder weniger
- Für 65% der Patienten war der Intervall 7 Tage oder weniger
- Drei Patienten hatten einen Intervall >14 Tage

Planungs-MRT: Wie alt ist zu alt?

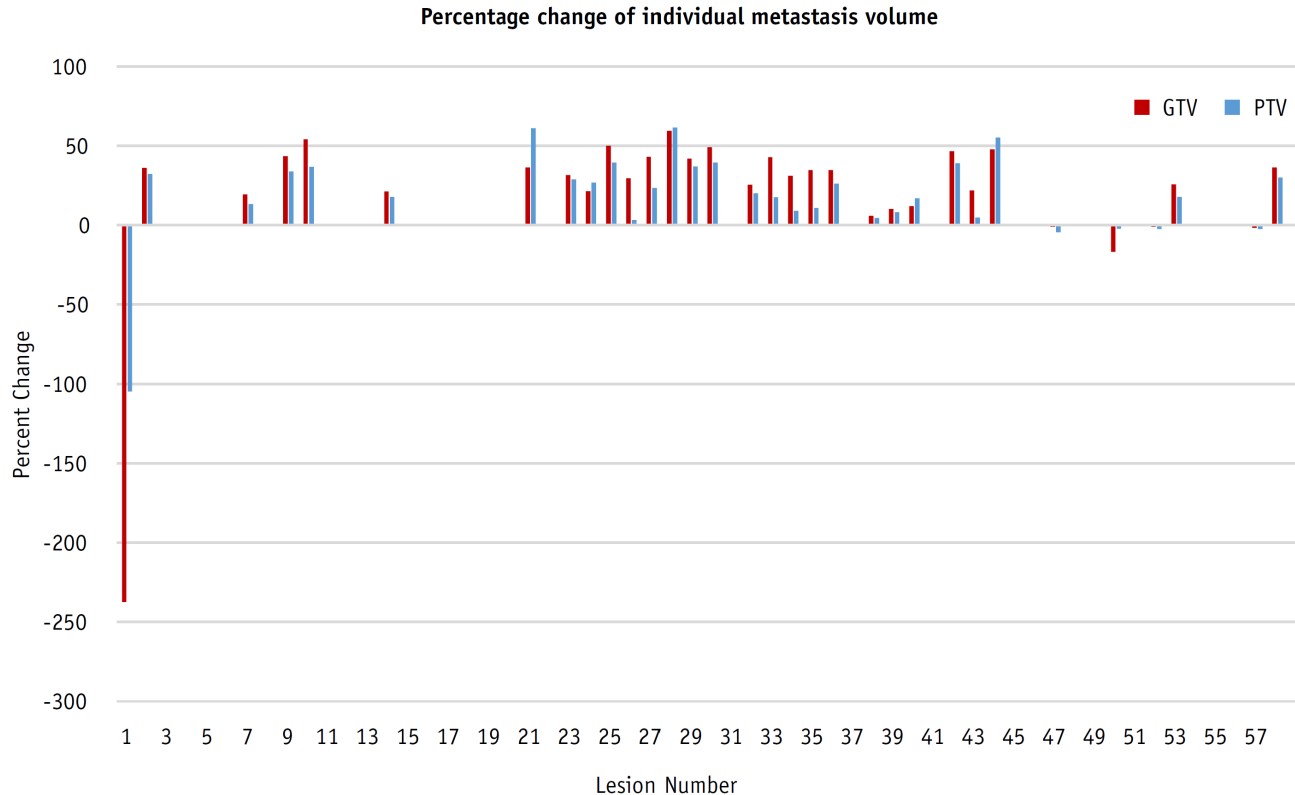
Table 2 Number of patients and lesions requiring a change in management based on time

Time between MRI-1 and MRI-2	Lesions requiring replanning	Number of patients requiring a change in management
7 d or less	16 of 35 (46%)	9 of 22 (41%)
8-14 d	13 of 21 (62%)	7 of 9 (78%)

Abbreviations: MRI = magnetic resonance imaging; MRI-1 = standardized planning MRI; MRI-2 = repeat verification MRI.

- Therapieänderung:
- Drei Patienten mit raschem intrakranialen Progress
- Zwei Patienten mit neuer leptomeningealer Aussaat (→WBRT)
- Ein Patient mit neun neuen Hirnmetastasen (→WBRT)

Planungs-MRT: Wie alt ist zu alt?



Planungs-MRT: Wie alt ist zu alt?

674

Neuro-Oncology Practice

8(6), 674–683, 2021 | <https://doi.org/10.1093/nop/npab047> | Advance Access date 28 July 2021

Impact of MRI timing on tumor volume and anatomic displacement for brain metastases undergoing stereotactic radiosurgery

Tugce Kutuk, Ranjini Tolakanahalli, Andre Williams, Martin C. Tom, Jason D. Vadhan, Haley Appel, Matthew D. Hall, D Jay J. Wieczorek, Stephen Davis, Michael W. McDermott, Manmeet S. Ahluwalia, Minesh P. Mehta, Alonso N. Gutierrez, and Rupesh Kotecha^o

211

Neuro-Oncology Practice

7(2), 211–217, 2020 | [doi:10.1093/nop/npz048](https://doi.org/10.1093/nop/npz048) | Advance Access date 1 October 2019

Interval between planning and frameless stereotactic radiosurgery for brain metastases: are our margins still accurate?

Charlotte Bronnimann, Aymeri Huchet, Julie Benech-Faure, Caroline Dutriaux, Olivier Saut, Eivind Blais, Olivier Mollier, Renaud Trouette, and Veronique Vendrely



Basic Original Report

Brain metastasis growth on preradiosurgical magnetic resonance imaging

Michael A. Garcia MD, MS^{a,*}, Mekhail Anwar, MD, PhD^a, Yao Yu, MD^a, Sai Duriseti, MD, PhD^a, Bryce Merritt, MD^b, Jean Nakamura, MD^a, Christopher Hess, MD, PhD^{b,c}, Philip V. Theodosopoulos, MD^d, Michael McDermott, MD^d, Penny K. Sneed, MD^a, Steve E. Braunstein, MD, PhD^a

Wie oft sollte eine Kontroll-MRT erfolgen?

Führen Sie eine Kontroll-MRT während einer fraktionierten Stereotaxie durch?

Falls ja, wann, nach wie vielen Fraktionen?

Wie oft sollte eine Kontroll-MRT erfolgen?

Journal of Neuro-Oncology (2022) 159:409–416
<https://doi.org/10.1007/s11060-022-04075-8>

RESEARCH



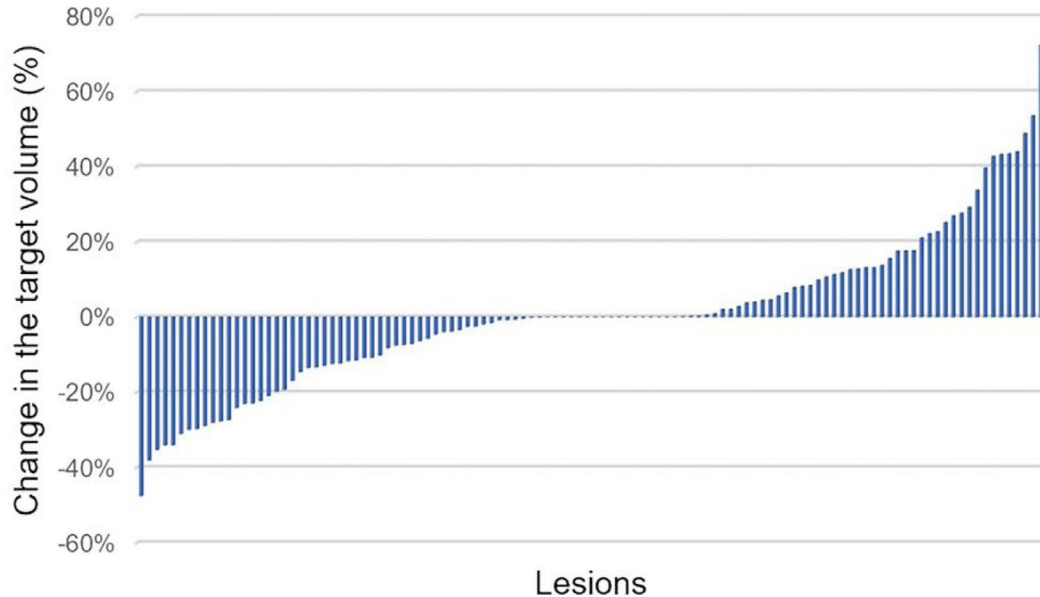
Interfractional change of tumor volume during fractionated stereotactic radiotherapy using gamma knife for brain metastases

Mariko Kawashima¹ · Atsuya Akabane¹ · Ryuichi Noda^{1,2} · Masafumi Segawa² · Sho Tsunoda² · Tomohiro Inoue²

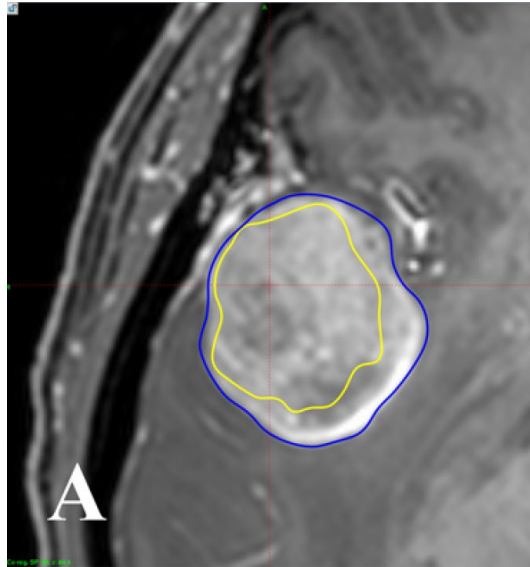
Wie oft sollte eine Kontroll-MRT erfolgen?

- 114 Hirnmetastasen von 66 Patienten mittels FSRT und ≥ 10 Fraktionen am GammaKnife behandelt (Re-Bestrahlungen erlaubt)
- Eine interfraktionelle Kontroll-MRT wurde nach der Hälfte der Fraktionen durchgeführt (Median: 5 Fraktionen)
- Retrospektive Analyse, ob sich das interfraktionelle Volumen der behandelten Metastasen zwischen Planungs-MRT (≤ 3 Tage vor Beginn) und Kontroll-MRT verändert

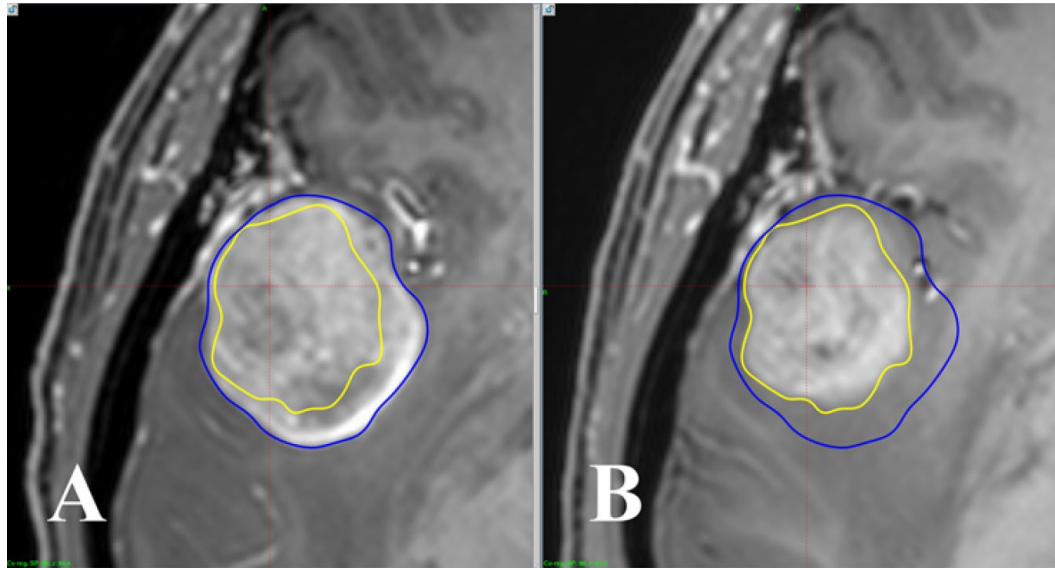
Wie oft sollte eine Kontroll-MRT erfolgen?



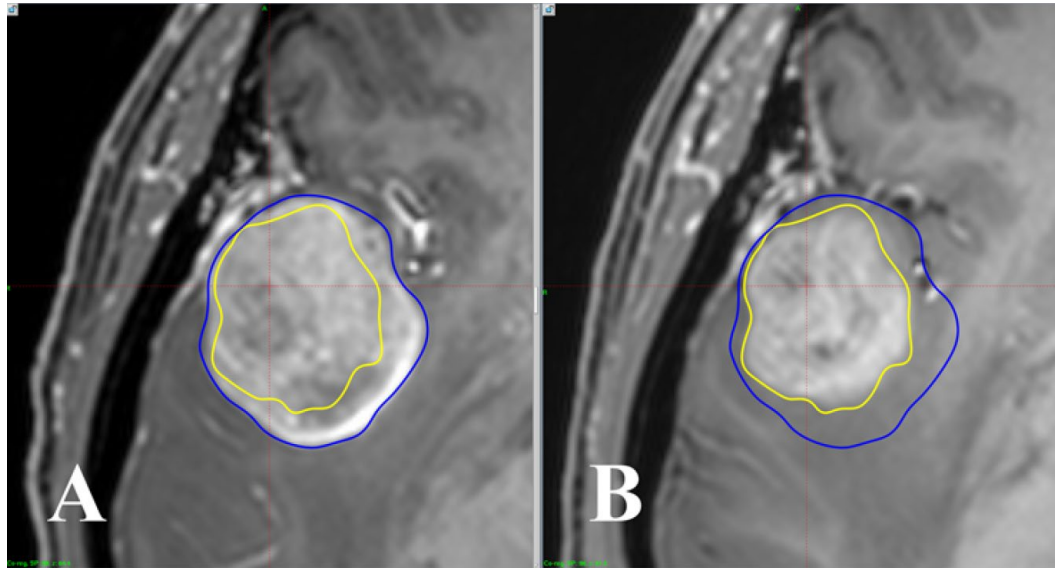
- Interfraktionelle Volumenänderungen:
- Range: - 48% to + 72%
- 14% $\geq 20\%$ Vergrößerung
- 15% $\geq 20\%$ Verkleinerung



Lee MH et al. Volumetric changes of intracranial metastases during the course of fractionated stereotactic radiosurgery and significance of adaptive planning. J Neurosurg. 2019 May 31:1-6.



Lee MH et al. Volumetric changes of intracranial metastases during the course of fractionated stereotactic radiosurgery and significance of adaptive planning. J Neurosurg. 2019 May 31:1-6.



FSRT after 2/3 fractions: 29% volume reduction

Lee MH et al. Volumetric changes of intracranial metastases during the course of fractionated stereotactic radiosurgery and significance of adaptive planning. J Neurosurg. 2019 May 31:1-6.

Wie oft sollte eine Kontroll-MRT erfolgen?

Uto et al. *Radiat Oncol* (2021) 16:140
<https://doi.org/10.1186/s13014-021-01869-4>

Radiation Oncology

JNS

CLINICAL ARTICLE
J Neurosurg 133:129–134, 2020

RESEARCH

Open Access

Interfractional target changes in brain metastases during 13-fraction stereotactic radiotherapy

Megumi Uto¹, Kengo Ogura^{1,2}, Tomohiro Katagiri^{1,3}, Keiichi Takehana¹ and Takashi Mizowaki^{1*}



Volumetric changes of intracranial metastases during the course of fractionated stereotactic radiosurgery and significance of adaptive planning

Min Ho Lee, MD,^{1,2} Kyung Hwan Kim, MD,^{1,3} Kyung Rae Cho, MD,¹ Jung Won Choi, MD, PhD,¹ Doo-Sik Kong, MD, PhD,¹ Ho Jun Seol, MD, PhD,¹ Do-Hyun Nam, MD, PhD,¹ and Jung-Il Lee, MD, PhD¹

Radiotherapy and Oncology 142 (2020) 175–179



Contents lists available at ScienceDirect

Radiotherapy and Oncology

journal homepage: www.thegreenjournal.com



Original Article

Predicting and implications of target volume changes of brain metastases during fractionated stereotactic radiosurgery

Eline Hessen^a, Jasper Nijkamp^a, Pim Damen^a, Michael Hauptmann^b, Bas Jasperse^c, Luc Dewit^a, Lotte Lutkenhaus^a, Emmy Lamers^a, Uulke van der Heide^a, Eugène Damen^a, Patrick Hanssens^d, Gerben Borst^{a,*}



Wie oft sollte eine Kontroll-MRT erfolgen?

It is expected that adaptive planning would be helpful in the case of radiosensitive tumors such as NSCLCs or breast cancer to ensure an adequate dose to the target area and reduce unnecessary exposure of normal tissue to radiation.

Conclusion: Target volume changes in brain metastases during fSRS can result in worsening of the target dose coverage. Patients benefiting the most from a repeated MRI during treatment could be identified before treatment.

Conclusions: Compared to the initial GTV, the mid-treatment GTV changed by more than 20% in almost one-third of lesions treated with 13-fraction SRT. As SRT usually generates a steep dose gradient as well as increasing the maximum dose of PTV compared to conventional radiotherapy, assessment of the volume and locational target changes and adaptive radiotherapy should be considered as the number of fractions increases.

Zusammenfassung

**Mehr Evidenz
dringend benötigt!**

- **Wie alt ist zu alt?**

→ Jeder Tag zählt?!

→ Planungs-MRT idealerweise kurz vor Beginn der Bestrahlung

→ >14 Tage: Neues MRT (fast) zwingend notwendig

- **Wie oft sollte eine Kontroll-MRT erfolgen?**

→ Genaues Timing unklar

→ Bei ≥ 10 Fraktionen werden ca. 30% der Metastasen eine signifikante Volumenänderung ($\pm 20\%$) zeigen

→ Bereits bei 5 Fraktionen können deutliche Volumenunterschiede auftreten

→ Zur Hälfte der geplanten Fraktionen erscheint eine Re-Planung sinnvoll



**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit**

**Dr. med. Felix Ehret
Klinik für Radioonkologie und Strahlentherapie
Charité – Universitätsmedizin Berlin**