

Fokus Sonographie und sonographisch gestützte Intervention



Dr. med. Aleksis Doert
Facharzt FMH Radiologie



Dr. med. Martin Thanh-Long Takes
Facharzt FMH Radiologie und
interventionelle Radiologie EBIR

In unserem aktuellen Newsletter werfen wir ein Schlaglicht auf spezielle Anwendungen der diagnostischen Sonographie und sonographisch gestützten Therapie. Neben der kontrastmittelverstärkten Sonographie zur Visualisierung der Mikrovaskularisation von Organen und Geweben blicken wir auf die Sonographie zur Abklärung struktureller Schilddrüsenveränderungen sowie die sonographisch gestützte Intervention am Beispiel der Radiofrequenzablation zur minimalinvasiven Behandlung gutartiger Schilddrüsenknoten.

Kontrastmittelverstärkte Sonographie (CEUS)

Die kontrastmittelverstärkte Sonographie, sog. «contrast enhanced UltraSound (CEUS)», ermöglicht uns Erkenntnisse über die Mikrovaskularisation von Organen zu gewinnen, welche die Möglichkeiten der fundamentalen Sonographie und der Dopplersonographie deutlich überschreiten. Mithilfe dieses Verfahrens kann die Kontrastmittelan- und -abflutung in Echtzeit dargestellt werden und bei der Charakterisierung zahlreicher fokaler Organläsionen behilflich sein. Die kontrastmittelverstärkte Sonographie ist ein diagnostisches Verfahren, bei dem durch die Injektion von Mikrobläschen die Echogenität des Blutes oder von Flüssigkeit im Harntrakt erhöht wird.

Eigenschaften des Kontrastmittels

In der Schweiz ist derzeit allein SonoVue® zugelassen. Hierbei handelt es sich um Mikrobläschen des inerten Gases Schwefelhexafluorid in einer Phospholipidhülle. Diese Mikrobläschen haben eine Grösse von 2-10 µm und sind damit etwa so gross wie Erythrozyten (**Abb. 1**). Dieser Umstand erklärt auch, warum es sich bei SonoVue® um ein streng intravasales Kontrastmittel handelt, welches die Darstellung der Mikrovaskularisation von Gewebe ermöglicht. Ultraschallkontrastmittel verstärken die Rückstrahlung der eingestrahlten Ultraschallwellen durch Resonanz. Im Verlauf der Unter-

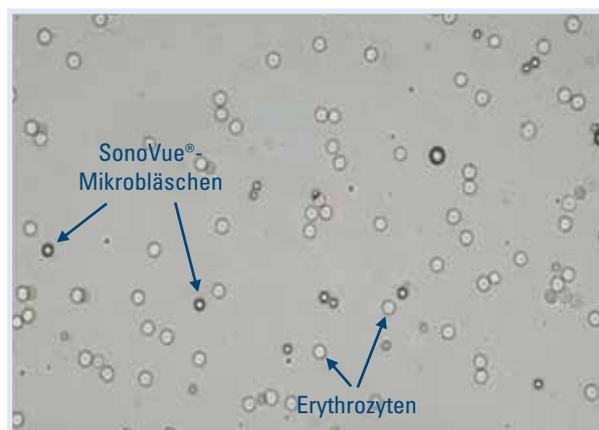


Abbildung 1: Mikroskopische Darstellung der SonoVue®-Mikrobläschen im Vergleich mit Erythrozyten.

suchung werden die Mikrobläschen zerstört und das inerte Gas Schwefelhexafluorid über die Lunge abgeatmet. Daher gibt es bei SonoVue® im Gegensatz zu Röntgenkontrastmitteln auch keine Beschränkung bezüglich der Anwendung bei eingeschränkter Nierenfunktion. Eine bekannte Schilddrüsenüberfunktion (Hyperthyreose) stellt ebenfalls keine Kontraindikation

dar. Für die Untersuchung fokaler Leberläsionen hat SonoVue® eine FDA-Approval, sowohl für Erwachsene als auch für Kinder, dies bei einem exzellenten Sicherheitsprofil mit einer Rate von schwerwiegenden unerwünschten Ereignissen in lediglich 0,0086% der Fälle.

Vorteile der Kontrastmittelsonographie sind die Darstellung der Kontrastmittelan- und -abflutung in Echtzeit, einschliesslich der Möglichkeit zur Videodokumentation, und die beliebige Wiederholbarkeit der Untersuchung durch das Fehlen eines Kontrastmittelverhaltes im Gewebe. Limitationen bestehen wie bei jeder Ultraschalluntersuchung durch die Überlagerung von Luft und Knochen oder eine schallkopferne Lage des zu beobachtenden Objektes.

Anwendungsbereiche

Neben der Anwendung in der Echokardiographie hat die Kontrastmittelsonographie ihren Stellenwert insbesondere in der Charakterisierung fokaler Leberläsionen und zystischer Raumforderungen der Nieren, aber auch in der Gefässdiagnostik, z.B. zur Detektion von Leckagen nach endovaskulärer Aortenreparatur (EVAR). Ferner eignet sich die Methode in der Notfalldiagnostik exzellent zur Darstellung von Organverletzungen oder -infarkten. Das Kontrastmittel kann nicht nur intravasal appliziert werden, in der pädiatrischen Radiologie findet die Methode auch Anwendung in der Miktionsurosonographie zur Diagnostik eines vesikoureteralen Refluxes. Während der routinemässige Einsatz der kontrastmittelverstärkten Sonographie in der Surveillance und zum Staging des hepatozellulären Karzinoms (HCC) nicht empfohlen wird, findet die Methode in den Leitlinien Eingang als «Problemlöser» bei nicht konklusiven Befunden in der Computertomographie und Magnetresonanztomographie und erreicht hierbei eine ebenbürtige diagnostische Wertigkeit.^{2,3} Durch die exzellente räumliche Auflösung ist sie ebenfalls prädestiniert zur Verlaufsbeurteilung komplexer Nierenzysten.⁴

Fallbeispiele CEUS

Im ersten Fall (Abb. 2) handelt es sich um eine 73-jährige Patientin mit einer bekannten akuten intermittierenden Porphyrrie. Bei dieser autosomal-dominant vererbten metabolischen Erkrankung besteht ein erhöhtes Risiko für die Entwicklung primärer hepatischer Malignome. Bereits in der konventionellen Sonographie war eine gut 8 cm grosse, inhomogen echoreiche Raumforderung im Lebersegment VII abzugrenzen. Nach Gabe von SonoVue® zeigte sich in der arteriellen Phase 25 Sekunden nach Kontrastmittelgabe eine deutlich verstärkte Kontrastaufnahme. Ferner demarkiert sich ein weiterer, ca. 1,6 cm grosser Satellitenherd im Lebersegment VI. Die Patientin wurde im Verlauf operiert, histologisch konnte ein hepatozelluläres Karzinom G2 (WHO) bestätigt werden.



Abbildung 2: Kontrastmittelsonographie der Leber. In der arteriellen Untersuchungsphase zeigte sich in der arteriellen Phase 25 Sekunden nach Kontrastmittelgabe eine deutlich verstärkte Kontrastaufnahme eines 8 cm grossen Herdes eines hepatozellulären Karzinoms im rechten Leberlappen (Pfeilspitzen). Ferner demarkiert sich ein 1,6 cm grosser Satellitenherd im Lebersegment VI (Pfeil).

Der zweite Fall (Abb. 3) zeigt die kurzfristige sonographische Verlaufskontrolle eines 45-jährigen Patienten nach einem Motorradunfall. Die initiale Diagnostik erfolgte mittels Computertomographie. In der kontrastmittelverstärkten Sonographie konnte die Milzverletzung durch eine fehlende Kontrastierung im Gegensatz zum intakten, homogen kräftig Kontrastmittel aufnehmendem Milzgewebe exzellent veranschaulicht werden. Ein Kontrastmittelextravasat im Sinne einer aktiven Blutung war zum Untersuchungszeitpunkt nicht nachweisbar.



Abbildung 3: Kontrastmittelsonographie der Milz. Exzellente Darstellung der Milzverletzung durch fehlende Kontrastierung im Gegensatz zum intakten, homogen kräftig Kontrastmittel aufnehmendem Milzgewebe.

Schilddrüsenultraschall

In der bildgebenden Diagnostik der Schilddrüse ist der Ultraschall aufgrund der überlegenen Ortsauflösung und der oberflächlichen Lage des Organs die Methode der Wahl zur strukturellen Beurteilung des Schilddrüsengewebes. Die Integration von klinischer Informationen und Labordaten ist jedoch für die korrekte Interpretation der erhobenen Befunde von entscheidender Bedeutung. Die Hauptindikation für eine Sonographie ist die Abklärung struktureller Schilddrüsenveränderungen im Hinblick auf die Genese funktioneller Störungen (ggf. in Zusammenschau mit einer Schilddrüsenzintigraphie, siehe Exkurs) und die Dignität von Schilddrüsenläsionen. Daneben ermöglicht sie den Einsatz gezielter diagnostischer und therapeutischer Interventionen.



Abbildung 4: Dieses Fallbeispiel zeigt einen inzidentell entdeckten EUTIRADS 5-Knoten bei einem 27-jährigen Patienten, welcher sich in der Feinnadelpunktion als papilläres Schilddrüsenkarzinom (Bethesda VI) bestätigte.

Schilddrüsenknoten sind häufige Zufallsbefunde (Abb. 4). Da die meisten Knoten gutartig sind, bedarf es einer Risikostratifizierung, um die Zahl unnötiger diagnostischer und therapeutischer Eingriffe mit damit verbundenen Komplikationen zu reduzieren. In den letzten Jahren hat sich eine Vielzahl solcher Systeme zur Abschätzung des Malignitätsrisikos verbreitet, welche sich hinsichtlich ihrer Sensitivität und ihres negativen Vorhersagewertes nur marginal unterscheiden.⁵

EU-TIRADS

Die in Europa gängige EU-TIRADS-Klassifikation besteht hierbei durch eine einfache Anwendbarkeit und eine hohe Übereinstimmung sowohl zwischen als auch innerhalb der Untersuchenden (inter- und intraindividuell).⁶ Anhand mehrerer sonomorphologischer Kriterien (Echogenität, Begrenzung, Form und Vorhandensein von Mikroverkalkungen) erfolgt die Zuordnung in 5 Kategorien, anhand derer das Malignitätsrisiko abgeschätzt werden kann. Ferner bietet die EU-TIRADS-Klassifikation einen Algorithmus zur Selektion der Feinnadelpunktion. Zur vollständigen Untersuchung gehört selbstverständlich auch die Beurteilung der übrigen Halsweichteile einschliesslich der zervikalen Lymphknotenstationen.

Exkurs

Wertigkeit der Schilddrüsenszintigraphie

Die Schilddrüsenszintigraphie mit Frage nach «kalten Knoten» ist heute zur Dignitätsbeurteilung von Schilddrüsenknoten nicht mehr indiziert, insbesondere schliesst der fehlende Nachweis eines «kalten Knotens» ein Schilddrüsenkarzinom nicht aus. Die Indikation zur weiteren Abklärung von suspekten Schilddrüsenknoten mittels Feinnadelpunktion wird heute anhand von sonographischen Kriterien gestellt. Eine Schilddrüsenszintigraphie ist hingegen indiziert zur Differenzierung einer uni- oder multifokalen Schilddrüsenautonomie bzw. zur Lokalisationsdiagnostik von autonomen Adenomen im Rahmen einer Schilddrüsenüberfunktion (Hyperthyreose).

Sonographisch gestützte Radiofrequenzablation gutartiger Schilddrüsenknoten

Die Radiofrequenzablation ist eine inzwischen gut etablierte, minimalinvasive und narbenfreie Therapieoption für gutartige Schilddrüsenknoten und unifokale autonome Adenome. Hierbei wird unter sonographischer Kontrolle eine spezielle Nadel in den Knoten eingebracht und diese fächerförmig durch den Knoten gesteuert und dabei punktuell das Gewebe erwärmt (Abb. 5). Dies geschieht über einen hochfrequenten Wechselstrom zwischen der Nadelspitze und zwei grossen Elektroden, die auf die Oberschenkel geklebt werden. So kann äusserst kontrolliert die Erwärmung bis zur Denaturierung des unerwünschten Gewebes um die Nadelspitze erfolgen. Die Zieltemperatur beträgt >55 °C. Die behandelten Zellen gehen nach der Erwärmung zugrunde und das Knotengewebe ist nach dem Eingriff auch nicht mehr durchblutet. Der Körper baut das Gewebe im Anschluss langsam ab, wobei es nach einem Jahr zu einer Schrumpfung um ca. 80%

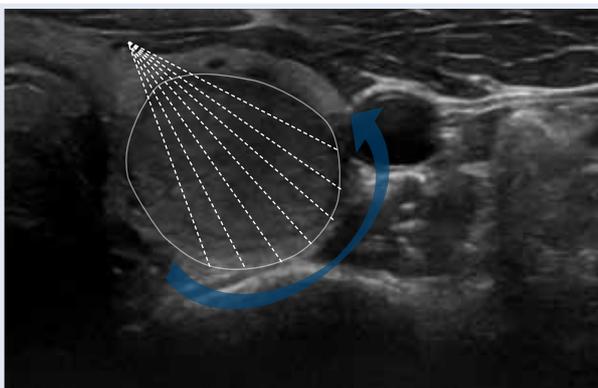


Abbildung 5: Beispiel der Behandlung eines autonomen Schilddrüsenadenoms. Der Knoten wird unter sonographischer Kontrolle dreidimensional mit einer Radiofrequenzelektrodenadel durchfächernd und so vollständig denaturiert.

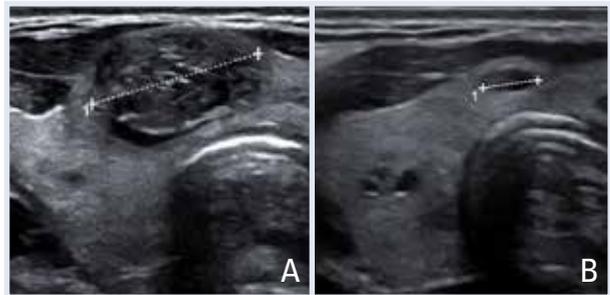


Abbildung 6: Störender isthmischer Schilddrüsenknoten vor (A) und 12 Monate nach (B) Radiofrequenzablation mit postinterventionell deutlich rückläufiger Grösse und kleinem narbigem Residuum.

kommt (Abb. 6).⁷ Nach der Behandlung bleibt die Schilddrüsenfunktion fast immer erhalten. Bei autonomen Knoten ist wieder mit einer Normalisierung der Schilddrüsenfunktion zu rechnen. Das Risiko für eine Komplikation ist deutlich geringer als bei einer offenen Operation. Auch kann man bereits kurze Zeit nach dem Eingriff wieder essen und trinken und in der Regel noch am selben Abend seinen Alltag bestreiten.

Fazit

Die kontrastmittelverstärkte Sonographie ist ein etabliertes, sicheres Verfahren zur Beurteilung der Mikrovaskularisation von Organen. Wir freuen uns, Ihnen dieses Untersuchungsverfahren neu an unserem Standort in Oerlikon anbieten zu können. Herr Dr. med. Aleksis Doert verfügt über eine langjährige Erfahrung in der Anwendung dieser Untersuchungsmethode.

Neben der Sonographie der Schilddrüse als Modalität der Wahl zur strukturell-morphologischen Beurteilung des Schilddrüsengewebes bieten wir auch die Schilddrüsenszintigraphie als funktionelle Bildgebung fokaler Schilddrüsenveränderungen an und ermöglichen somit eine vollumfängliche Bilddiagnostik aus einer Hand.

Die sonographisch gestützte Radiofrequenzablation ist eine inzwischen gut etablierte minimalinvasive Therapieoption für gutartige Schilddrüsenknoten. Unsere erfahrenen interventionellen Radiologen Prof. Dr. med. Christoph Binkert und Dr. med. Martin Takes führen diese Therapie ambulant und praktisch schmerzfrei in der interventionell radiologischen Tagesklinik des MRI in Oerlikon durch.

Referenzen

1. Greis C. Technology overview: SonoVue (Bracco, Milan). Eur Radiol. 2004;14 Suppl 8:P11-P15.
2. Guang Y, Xie L, Ding H, Cai A, Huang Y. Diagnosis value of focal liver lesions with SonoVue®-enhanced ultrasound compared with contrast-enhanced computed tomography and contrast-enhanced MRI: a meta-analysis. J Cancer Res Clin Oncol. 2011;137(11):1595-1605. doi:10.1007/s00432-011-1035-8
3. Dietrich CF, Nolsøe CP, Barr RG, et al. Guidelines and Good Clinical Practice Recommendations for Contrast-Enhanced Ultrasound (CEUS) in the Liver-Update 2020 WFUMB in Cooperation with EFSUMB, AFSUMB, AIUM, and FLAUS. Ultrasound Med Biol. 2020;46(10):2579-2604. doi:10.1016/j.ultrasmedbio.2020.04.030
4. Cantisani V, Bertolotto M, Clevert DA, et al. EFSUMB 2020 Proposal for a Contrast-Enhanced Ultrasound-Adapted Bosniak Cyst Categorization - Position Statement. EFSUMB 2020 – Vorschlag für eine an den kontrastverstärkten Ultraschall adaptierte Bosniak-Klassifikation von Zysten – Eine Stellungnahme. Ultraschall Med. 2021;42(2):154-166. doi:10.1055/a-1300-1727
5. Cantisani V, Bojunga J, Durante C, Dolcetti V, Pacini P. Multiparametric ultrasound evaluation of thyroid nodules. Multiparametrischer Ultraschall von Schilddrüsenknoten. Ultraschall Med. 2025;46(1):14-35. doi:10.1055/a-2329-2866
6. Russ G, Bonnema SJ, Erdogan MF, Durante C, Ngu R, Leenhardt L. European Thyroid Association Guidelines for Ultrasound Malignancy Risk Stratification of Thyroid Nodules in Adults: The EU-TIRADS. Eur Thyroid J. 2017;6(5):225-237. doi:10.1159/000478927
7. Noel J, Sinclair C. Radiofrequency Ablation for Benign Thyroid Nodules. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 2024, 109, e12–e17



Frau PD Dr. med. Daniela Husarik, Fachärztin FMH Radiologie und FMH Nuklearmedizin, ist seit November 2024 am MRI tätig. Die Weiterbildungen zur Fachärztin in Nuklearmedizin und Radiologie absolvierte sie am Universitätsspital Zürich. Während der Weiterbildung absolvierte sie ein zweijähriges Research Fellowship an der Duke University (USA) in abdominaler Radiologie. 2015 habilitierte Daniela Husarik an der Universität Zürich auf dem Gebiet der Radiologie. Es folgten Tätigkeiten in der Radiologie und Nuklearmedizin im GZO Spital Wetzikon und am Kantonsspital St. Gallen.

Dr. Husarik bringt umfassendes Wissen auf dem Gebiet der onkologischen Bildgebung inkl. PET/CT mit. Ihr besonderes Interesse gilt der abdominalen Bildgebung.



Frau Dr. med. Katja Mende, Fachärztin FMH Radiologie, ist seit Januar 2025 am MRI tätig. Sie absolvierte ihre radiologische Weiterbildung am Kantonsspital Winterthur, in der Universitätskinderklinik Zürich und in der Klinik für Nuklearmedizin des Universitätsspitals Zürich. Nach Erlangung des Facharzt-titels FMH Diagnostische Radiologie 2006 kehrte sie als Oberärztin ans Institut für Radiologie des Kantonsspitals Winterthur zurück. Anschliessend war sie während 15 Jahren als radiologische Belegärztin mit Schwerpunkt in thorakaler und kardiovaskulärer Radiologie an der Klinik Hirslanden Zürich und seit 2022 zusätzlich an der Klinik im Park tätig.

Dr. Mende hat langjährige profunde Kenntnisse in der allgemeinen Radiologie, insbesondere der thorakalen, kardiovaskulären und onkologischen Bildgebung inkl. PET/CT.



Herr Dr. med. Aleksis Doert, Facharzt FMH Radiologie, ist seit März 2025 am MRI tätig. Nach dem Studium der Humanmedizin an der Johann Wolfgang Goethe-Universität in Frankfurt am Main absolvierte er seine Facharzt Ausbildung am Institut für Radiologie und Nuklearmedizin am Kantonsspital Winterthur unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. med. Christoph A. Binkert. Von 2011 bis 2015 war er als Oberarzt am gleichen Institut tätig. 2016 übernahm er die Leitung der Ultraschallabteilung, welche

er bis Februar 2025 in der Funktion als Leitender Arzt führte. Dr. Doert hat profunde Kenntnisse auf dem Gebiet der diagnostischen Sonographie inkl. Dopplersonographie, der Kontrastmittelsonographie (CEUS) und sonographisch gesteuerter diagnostischer und therapeutischer Interventionen. Er ist langjähriger SGUM-Kursleiter für die Module Abdomen und POCUS-Basis-Notfallsonographie.

EQUAM-Zertifizierung des MRI

Wir sind stolz auf unsere Mitarbeitenden. Dank ihres grossen Engagements hat das MRI an allen vier Standorten zum dritten Mal erfolgreich das EQUAM-Zertifizierungsprogramm bestanden und das Qualitätslabel der EQUAM Stiftung erhalten. Die kontinuierliche Verbesserung von Strukturen und Prozessen ist ein zentraler Aspekt der Zertifizierung. Eine fundierte Diagnostik erfordert hohe fachliche Kompetenz aller involvierten medizinischen Fachpersonen. Diese Fähigkeiten entfalten sich bestmöglich, wenn alle Prozesse reibungslos ineinandergreifen – unterstützt durch eine enge Zusammenarbeit mit den zuweisenden Ärztinnen und Ärzten. In Verbindung mit klar definierten Zielen und Massnahmen entsteht somit ein messbarer Mehrwert für unsere Patientinnen und Patienten.

MRI Bahnhofplatz

Bahnhofplatz 3
8001 Zürich

Tel. +41 (0)44 225 20 90

Fax +41 (0)44 211 87 54

Mail a-bhp@mri-roentgen.ch

MRI Bahnhof Oerlikon

Hofwiesenstrasse 349
8050 Zürich

+41 (0)44 257 20 90

+41 (0)44 251 69 11

a-bho@mri-roentgen.ch

MRI Stadelhofen

Goethestrasse 18
8001 Zürich

+41 (0)44 226 20 90

+41 (0)44 226 20 50

a-sth@mri-roentgen.ch

MRI Schulthess Klinik

Lengghalde 2
8008 Zürich

+41 (0)44 542 20 90

+41 (0)44 542 20 50

a-shk@mri-roentgen.ch

MRI Interventionelle Radiologie

Hofwiesenstrasse 349
8050 Zürich

+41 (0)44 542 73 90

+41 (0)44 542 73 91

ir-bho@mri-roentgen.ch

Website MRI-Institute

www.mri-roentgen.ch

Öffnungszeiten aller MRI-Institute

Montag bis Freitag 07.00–20.00 Uhr

MRI-Ärzteteam

Fachärzte FMH Radiologie

Dr. med. Cyrille H. Benoit
Dr. med. Thomas Betschart
Dr. med. Christopher Beynon
Dr. med. Thomas P. Bischof
Prof. Dr. med. Florian M. Buck
Dr. med. Markus Bürge
Dr. med. Aleksis Doert
PD Dr. med. Sonja Fierstra
Dr. med. Bianka Freiwald
PD Dr. med. Kai Higashigaito
PD Dr. med. Paul R. Hilfiker
Dr. med. Roger Hunziker
Dr. med. Katja A. Mende
Prof. Dr. med. Christian W. A. Pfirrmann
PD Dr. med. Andrea Rosskopf
PD Dr. med. Thomas Schertler
PD Dr. med. Marius Schmid
Dr. med. Tabea Schmid-Rüegger
Dr. med. Katharina Stooß

Facharzt FMH Radiologie und kardiologie EBCR

PD Dr. med. Stephan Baumüller

Fachärzte FMH Radiologie und Nuklearmedizin

Dr. med. Regina Haldemann Heusler
PD Dr. med. Dorothee Hillen
PD Dr. med. Daniela Husarik
Dr. med. Daniel T. Schmid
Dr. med. Jan Soyka

Fachärzte FMH Radiologie und Neuroradiologie

Dr. med. Isabelle Barnaure
Dr. med. Shila Pazahr
Dr. med. Christian Weisstanner

Fachärztin FMH Radiologie, Neuro-radiologie und pädiatrische Radiologie

Dr. med. Uta Müller Pfister

Facharzt FMH Radiologie, Neuro-radiologie und Nuklearmedizin

PD Dr. med. Félix P. Kuhn

Fachärzte FMH Radiologie und Interventionelle Radiologie EBIR

Prof. Dr. med. Christoph Binkert
Dr. med. Martin Thanh-Long Takes

