

～足の動脈硬化～

末梢動脈疾患 (PAD)

「少し歩くだけで、ふくらはぎが締めつけられるように痛くなる」「足が重たくて休みながらでないと歩けない」「足先の創きずがなかなか治らない」のは、もしかしたら足の血液の流れが原因かもしれません。今回は当院で行われている末梢動脈疾患 (PAD) [注1]の血管内治療について、高度な技術が認められ国内外の学会およびライブデモンストレーション[注2]から数多くの招聘を受ける循環器内科 早川直樹医師、ならびに画像支援の専門家として豊富な知識と経験を持つ放射線科 大木規義診療放射線技師に話を聞きました。



循環器内科医長
早川 直樹 医師

日本循環器学会 循環器専門医
日本心血管インターベンション治療学会 専門医
浅大腿動脈ステントグラフト実施医
得意分野：冠動脈インターベンション、
末梢動脈インターベンション

【表1】循環器内科 疾患別入院患者数 (2016年・2018年・2020年)

| 疾患名 | 2016年 | 2018年 | 2020年 |
|----------------------|--------------|--------------|--------------|
| 冠動脈疾患 (うち、急性心筋梗塞) | 930 (228) | 832 (269) | 896 (274) |
| 不整脈 | 320 | 396 | 496 |
| 心不全 | 368 | 471 | 347 |
| 心臓弁膜症 | 62 | 82 | 142 |
| 心筋症 | 52 | 33 | 44 |
| 末梢動脈疾患 | 196 | 238 | 302 |
| 肺塞栓症・静脈疾患 | 25 | 26 | 25 |
| その他 | 251 | 228 | 169 |
| 合計 | 2,204 | 2,306 | 2,421 |

(人)

【表2】循環器内科 主な血管内治療件数 (2016年・2018年・2020年)

| 疾患名 | 対象疾患 | 2016年 | 2018年 | 2020年 |
|------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|
| 冠動脈インターベンション (PCI) | 狭心症・心筋梗塞 | 739 | 674 | 735 |
| 上記のうち、急性冠症候群に対するPCI | 急性心筋梗塞 | 234 | 270 | 234 |
| カテーテルアブレーション | 不整脈 | 100 | 163 | 259 |
| 経カテーテル大動脈弁置留術 (TAVI)*2019年開始 | 大動脈弁狭窄症 (心臓弁膜症) | — | — | 42 |
| 末梢動脈インターベンション (EVT) | 末梢動脈疾患 | 213 | 281 | 382 |

*PCI: Percutaneous Coronary Intervention (人)
TAVI: Transcatheter Aortic Valve Implantation
EVT: Endovascular Treatment/Therapy

Q: 当コーナーでは過去に循環器疾患として心臓の病気を何度か取り上げたことがありますが、今回のテーマである足の血管の病気(末梢動脈疾患)も循環器内科の守備範囲に入るのですね。

早川直樹医師(以下、早川) 循環器内科は血液の循環、つまり血液が心臓から送り出されて体中を巡り、また心臓に戻ってくるまでの経路の病気を担

当する診療科です。そのため血液を送り出す「ポンプ」の働きをする心臓だけでなく、血液を全身に運ぶための「通り道」である血管(脳、頸部以外すべての動脈・静脈)も守備範囲に含まれます。血管に関連する病気でよく知られているものには高血圧などがありますが、今回のテーマである末梢動脈疾患(足の動脈の病気)も高齢化や食の欧米化などに伴い増加傾向で、

未受診の方を含めた国内の患者数は約350万人以上ともいわれています。また、静脈の病気としては、エコノミークラス症候群という名前で知られることが多い肺塞栓症[注3]などがあります【表1】。

なお、「内科」と付くので循環器内科で行われているのは薬による治療だけと思われがちですが、近年はカテーテルという細長い管を用いて血

管の中から病変を治す治療(狭くなって
いる血管を上げたり、掃除を
したり、心臓の弁を修復するなど)も
数多く行うようになってきます【注4】
【表2】。急性心筋梗塞や急性心不全、
心室細動(不整脈)など緊急性の高い
疾患の治療にも迅速に対応できるよ
う、当院では複数の循環器内科医が
院内に24時間365日待機する体制
を敷いています。

**Q. 全身にはたくさんの血管がありま
すが、合わせるほどのぐらになるの
ですか。また、「人は血管とともに老
いる」という言葉を聞いたことがあり
ますが、どのような意味でしょうか。**

早川 血管のうち大部分を占めるの
が毛細血管で全体のおよそ95%、残り
の5%が動脈と静脈です。それらをす
べてつなげた場合の長さは成人で約
10万kmとされ、地球2周半分に相当し
ます。心臓から動脈に送り出された
血液が体内をまわって静脈からまた
心臓に戻ってくるまでの時間はわずか
30秒ほどで、1日に約8万回〜10
万回もの循環が休むことなく繰り返
されています。

ウィリアム・オスラー博士(1849
年〜1919年)【注5】が「人は血管と
ともに老いる」という言葉を残してい

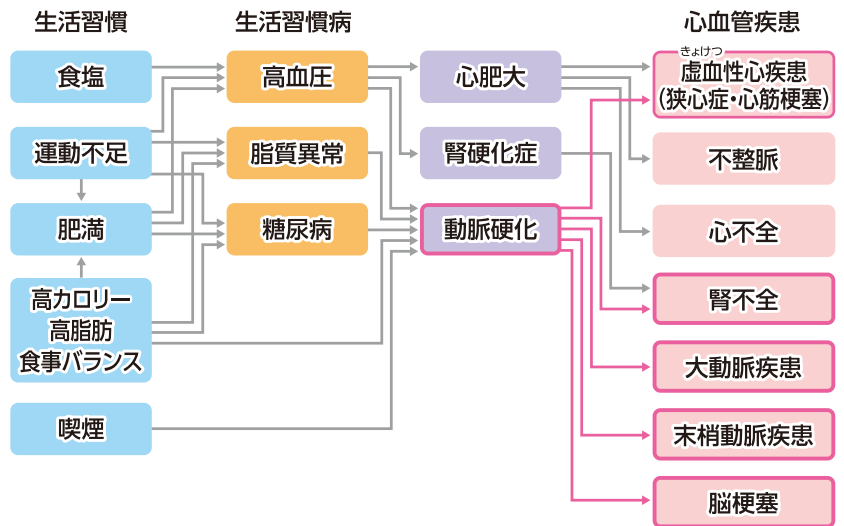
ますが、血管の中でも動脈(酸素や栄
養分をのせた血液を運ぶ管)の老化、
つまり「動脈硬化」は全身の臓器の老
化に影響を及ぼします。動脈硬化と
いうのは本来しなやかで弾力のある
動脈が、年齢とともに柔軟性を失い、
硬くなったり、内腔が厚くなっていく
状態です。血管が狭窄(狭くなる)、閉
塞(詰まる)して、そこから先に酸素や
栄養分が行き渡らなくなると、血管の
場所によって狭心症・心筋梗塞(冠動
脈(心臓の血管)、脳梗塞(脳血管)、末
梢動脈疾患(足の付け根から太もも、
ふくらはぎ、足の指先にかけての血
管)など様々な病気の原因になりま
す。

加齢は動脈硬化の要因ではありま
すが、80歳台、90歳台でも血管のしな
やかさが比較的保たれている方もい
れば、若い世代でも動脈硬化がかなり
進行している方もいます。喫煙や食生
活といった生活習慣、それに伴う糖尿
病等の生活習慣病などが動脈硬化、つ
まり血管の老化を早めることがわ
かっています【図1】。

**Q. 末梢動脈疾患の自覚症状について
教えてください。**

早川 血流不足により【次頁図2】のよ
うな症状が現れますが、症状だけで判

断するのが難しい場合もあります。と
いうのも普段の生活であまり歩かな
い方や、糖尿病による末梢神経障害で
痛みを感じない方など、自覚症状に乏
しい方も多いからです。少数ですが無
症状から一気に重篤な壊死まで進む方
もいらっしゃるため、注意が必要です。
また末梢動脈疾患と症状の似てい
る病気もあります。例えば骨や神経
(整形外科)の病気でも間欠性跛行が



【図1】生活習慣、生活習慣病、動脈硬化、心血管疾患の関連

【注1】末梢動脈疾患(PAD:Peripheral Arterial Disease)：厳密には手や肩の血管の疾患なども含まれますが、大部分は下半身(足)に生じるため本誌でも足について解説します。なお、国内では閉塞性動脈硬化症(ASO:Arterio-Sclerosis Obliterans)という用語で呼ばれていましたが、現在は国際的な末梢動脈疾患(PAD)という呼称が一般的になりつつあります。

【注2】カテーテル ライブデモンストレーション：カテーテルの手技を「見て学ぶこと」を目的とする研究会。エキスパート達が公開で行う手技は、血管内治療に携わる全国の聴講者にライブ配信され、情報交換や討論も行われます。本邦での歴史は古く、治療の普及や技術の底上げに大きく寄与しています。

【注3】肺塞栓症：足などにできた血栓が静脈の血流に乗って肺に運ばれ、血管を詰まらせる病気。

【注4】血管内治療、カテーテル治療、画像下治療など複数の呼び方がありますが、ここでは血管内治療に統一します。

【注5】William Osler：カナダ生まれの内科医で、アメリカ等で活躍。近代内科学の礎を築き、医学教育にも多大な影響を残しました。

| | | |
|------|------------------------------------|--|
| I度 | 無症状 | ・足先が冷える、しびれる、青白い |
| II度 | 間欠性跛行 <small>かんげつせいはいこう</small> | ・一定の距離を歩くと足(ふくらはぎ)が痛くなったり、だるくなる ・少し休むとまた歩けるようになる |
| III度 | 安静時疼痛 <small>あんせいじとうつう</small> | ・安静にしているも足が痛い ・指先からの激痛 |
| IV度 | 潰瘍・壊疽 <small>かいよう・えそ</small> | ・足に創、潰瘍(皮膚のただれ)があり、治らない ・壊疽(組織が腐った状態)により足が黒色に変色する ⇒足切断のリスク |

重症虚血肢 (CLI)
(最近ではCLTIと呼ばれています)

※CLI: Critical Limb Ischemia
CLTI: Chronic Limb-Threatening Ischemia

【図2】末梢動脈疾患の症状(フォンテイン分類)

軽症
重症

現れることがあり、よく知られているものとして「腰部脊柱管狭窄症」(背骨にある神経の通り道(脊柱管)が狭くなって神経(脊髄)が圧迫され、腰から下に痛み・しびれが生じるもの)があ

ります。足の痛みの原因が股関節、膝にある場合も少なくありません【注6】。

「足が痛い」時には整形外科、「足の色がおかしい、創がなかなか治らない」場合には形成外科や皮膚科を受診する方が多い背景からも、末梢動脈疾患は医療者側がすぐい上げていかなければならない病気といえます。早期発見、早期治療を目指し、地域の病院・医院の先生方、当院他科の医師・研修医、看護師など他の職種との連携にも力を注いでいます。

Q.末梢動脈疾患かどうかを調べるために、どのような検査を行うのですか。

早川 スクリーニング検査としては、両腕、両足首の計4か所の血圧を同時に測定して比率を調べるABI (ankle brachial index: 足関節上腕血圧比)検査が役に立ちます。通常は手よりも足の血圧が1割程度高いのですが、比率が0.9を下回っている場合、足の血行障害が疑われます。追加で血管エコー(超音波)検査やCT検査などを行い、詳しい病変部位や重症度を調べます。当院

では年間にABI検査を約1800件、血管エコー検査を1200件ほど行っていますが、末梢動脈疾患治療の主任を務めさせていただいている立場から、自身の担当患者さん以外についてもすべての検査結果を再確認し、疑わしい場合はカルテにも目を通すようにしています。

Q.末梢動脈疾患がこわいのは、どのような点でしょうか。

早川 多少足が痛くても「年のせいだから」とそのままにされている方もいらっしゃるかもしれませんが、末梢動脈疾患の早期発見は命に関わる心筋梗塞や脳梗塞の予防という観点からも、非常に重要です。というのも足の血管は比較的太いので、そこが動脈硬化で詰まっているということは、より細い心臓や脳の血管でも既に動脈硬化が進んでいる可能性が高いからです。REACH Registry(2003-2004年)という国際的に有名な研究があります。心臓の血管(冠動脈)、脳血管、末梢動脈、それぞれの疾患を持つ世界44か国の約7万人を追跡調査した結果、末梢動脈疾患の患者さんは最も高い割合で他の血管にも病気を併せ持っていました。約2分の1に心臓の血管、約4分の1に脳血管疾患

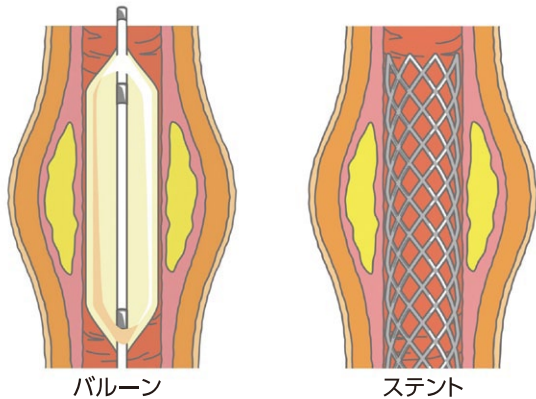
の合併が確認されています。当科で血管内治療を行った患者さんについても約2人に1人には心臓にも治療すべき血管が見つかっており、足の痛みの治療が心臓病や脳の病気の発見のきっかけになっています。

Q.末梢動脈疾患の治療について教えてください。

早川 動脈硬化の原因となる生活習慣の改善(禁煙、食生活等)や病気(糖尿病、高血圧等)のコントロールを前提に、運動療法、薬物療法(血管拡張作用のある薬、血栓を予防する薬等)、血行再建(外科的治療、血管内治療)などを行います。

外科的治療(バイパス治療)は詰まった動脈の先に新しく脇道(バイパス)を縫い付けることで血流を改善する治療法です。バイパスとなる血管にはご自分の静脈か人工血管を使用します。基本的に手術は全身麻酔で行い、入院期間は1週間ほどかかります【注7】。当院では血管外科が担当しています。

一方、血管内治療(EVT: Endovascular Treatment/Therapy)は、狭くなった血管を内側から押し広げることで血流を改善する治療法です。カテーテルという細い管



を体の表面(手首や足の甲などの小さい切開創)から血管内に挿入して病変部まで進め、ガイドワイヤー【注8】で通過させてから、バルーン(風船)をふくらませて血管を拡げます。再び狭くなるのを防ぐため、拡げたところにステント(金属の網の筒)を留置することもあります【図3】。当院では循環器内科医が主に行いますが、病院によっては血管外科や放射線科が担当しています。基本的に局所麻酔で行われ、治療時間は通常は30分から1時間程度で、非常に複雑な治療であっても2時間程度です。入院期間は1泊2日〜2泊3日で済むため【注7】、身体への負担が少



左浅大腿動脈完全閉塞
薬剤溶出性バルーンで治療
間欠性跛行は著明に改善している

【図3】血管内治療(EVT: Endovascular Treatment/ Therapy)
(上画像提供: ポストン・サイエンティフィック ジャパン株式会社)

ないこと(低侵襲)が大きな利点です。血管の位置や状態などによっては外科的治療の方が適している場合もありますが、器具や技術の進歩により、近年は多くの病変が血管内治療でも可能になってきています。高齢の方や糖尿病、透析患者さんなどで全身麻酔を伴う外科的治療が難しい場合でも、血管内治療であれば治療のできるケースも増えており、私

は29件だった年間治療数は、2021年に443件まで増加しています。診療放射線技師、臨床工学技士、看護師など、ともに治療に携わる様々な専門職の力に支えられながら、より良い治療に向けた取り組みを重ねています。

Q: 体の外からは見えない血管の様子をどのように確認しながら治療を行うのですか。

大木規義診療放射線技師(以下、大木) 血管内治療を別名「画像下治療(IVR: Interventional Radiology)」としますが、この治療で医師は血管を直接目視するのではなく、X線透視画像で確認しながら血管内に器具を挿入して治療を行います。X線で血管を写し出すために必要な「造影剤」という薬剤はカテーテルを介して目的の血管付近へ注入することによって、血管の形態や血流を鮮明に描出することができます。医師の眼の代わりとなる画像を作ることが我々診療放射線技師の大事な役割です。

この血管内治療は血管撮影装置を備えた「血管撮影室」で行われます。もともとは診断目的に血管の状態を調



診療技術局 放射線科
大木 規義 診療放射線技師主査
得意分野: 画像解析

べるための「検査」を行う場所だったのですが、その検査手技を応用した治療が広く発展し、現在では「治療」が主たる役割となっています。当院では血管撮影室5室(心血管系検査室2室、脳血管検査室、腹部血管系検査室、非血管系検査室)を設置し、目的に応じて使い分けていますが、それらを一つのエリアに集約し、操作エリアを共通に

【注6】特に高齢の方では、末梢動脈疾患と腰部脊柱管狭窄症など整形外科の病気を合併している場合もあります。

【注7】病気の重症度などによって長くなる場合があります。

【注8】ガイドワイヤー: 細い針金。カテーテルの中に通し、バルーンやステントなどの治療器具を運ぶために用います。

【表3】血管撮影室 検査・治療件数
(2014年度～2020年度)

| | 年間 | 月平均 |
|--------|-------|-----|
| 2014年度 | 2,214 | 185 |
| 2016年度 | 2,673 | 223 |
| 2018年度 | 2,890 | 241 |
| 2020年度 | 3,358 | 280 |

(人)

するなど安全管理にも配慮した設計にしています。血管撮影室の扉1枚を隔てた先にはハイブリッド手術室(血管撮影装置を備えた手術室)が配置されています。

当院は総合病院として循環器(心血管系)領域だけでなく、脳神経領域、腫瘍・がん【注9】、止血といった幅広い検査・治療に対応していますが、それらすべての領域において豊富な症例数を誇る点で全国有数の施設です【表3】。高度化・複雑化する血管内治療に対応できるよう、自身の研鑽とともに人材育成にも力を注いでいます。

Q.冒頭に早川医師から24時間体制の救急疾患受け入れについて話がありました。血管撮影室も24時間体制なのでしょっか。

大木 24時間対応です。当院に搬送さ

れる患者さんの中には、早急に血管撮影が必要となるケースも少なくありません。血管撮影は特殊性が高いので、以前から放射線科の日当直とは別に血管撮影室独自の待機を置いています。血管の閉塞(詰まり)を再開通させるための検査・治療(急性心筋梗塞や脳梗塞など)、緊急止血のため検査・治療(交通外傷による出血、産後出血、内視鏡でも止血できない消化管出血など)、どちらも時間との勝負になります。非常に緊迫した状況での対応になります。患者さんの搬送から検査・診断・治療までを1分1秒でも早く行えるよう全力で取り組んでいます。

Q.早川医師は、EVT(末梢動脈の血管内治療)のエキスパートとして、国内外の学会やライブデモンストラーションなどに招聘されていますが、難しい症例とはどのようなものですか。

早川 難易度の高いものとして、血管が完全に詰まって、血流が途絶えている「慢性完全閉塞病変」があります。血管が狭くなっても血流があれば造影剤の流れから血管走行を確認しながらガイドワイヤーを通過させていくことができますが、完全閉塞では全く見えないためです。その上、足

の血管は心臓などに比べて病変が長いこと(20〜30cm、場合によっては40cm以上)、曲がっている場合があること、石灰化(カルシウムの沈着で硬くなっているケースが多いことなども治療を難しくしています。このため、どうしても術者の熟練度により治療内容や手技時間に差が生まれることになります。

Q.早川医師は、この慢性完全閉塞病変に対する治療法の工夫(3Dロードマップを用いた治療を論文にまとめ、2020年の「ブランドAGHAワード」【注10】を受賞しました。

早川 自身は、術者として手技の熟練を重ね、いわゆる達人の領域になりたいという思いを持つのと同時に、より簡便かつ普遍的で多くの術者が安全に治療できる技術の開発もしていきたいと考えていました。そのような中で、この完全に詰まっている血管、見えない血管を何とか見えるようにできないかという思いがあり、大木診療放射線技師と議論を重ねた結果、「術前の造影CT画像と血管撮影を重ね合わせることで、3Dのロードマップを作成してみればどうか」という発想に行きつきました。

この方法はこれまで開いている血管に対して用いられることはありましたが、我々はあくまで閉塞した血管を忠実に再現し、可視化することで複雑な閉塞病変のガイドワイヤー通過をより早くかつ安全にできる手法にこだわりました。2018年から治療に導入し、治療時間の短縮、ガイドワイヤーの本数低減など、データ上でも効果と安全性の両立が証明されています。学会報告や論文発表などを通じて、当院オリジナルの方法として全国にも広まりつつありますが、大木技師の熟練の技術と豊富な経験により実現できたものと思います。

Q.大木技師は、診療放射線技師としてどのようなことを心がけていますか。

大木 血管内治療は患者さんにとって低侵襲、身体への負担が少ないと言われますが、低侵襲で治療を終えるためには医療者側の努力が欠かせません。血管内治療において絶対に避けられないリスクとして被ばく(造影剤)がありますが、診療放射線技師としてそれらのリスクをいかに厳重に管理していくかを常に意識しています。その中で自分が目指しているのは、画像支援の工夫で治療を短縮

化させることです。手技の時間が短ければ造影剤を減らすことができ、透視時間も短くなるため、患者さんのみならず術者に対する線量も抑えられるからです。

当院で採用している血管撮影装置は以前の装置と比較して少ない被ばく量で画像化できるため、患者さんに影響が出始める量を超えることはほぼありませんが、患者さん個々の被ばく量、造影剤量の経歴はすべて記録し、影響量を超えないように管理しています。これまで行っている施設は他にもあると思いますが、安全管理の点は当院の1つの特長かと思っております。

Q: 造影剤については、「希釈造影剤を用いた末梢動脈血管内治療の取り組み」が、2018年・2019年のグラントAGHアワードを受賞しています【注11】。

大木 造影剤は時間とともに尿として代謝、排出されていきますが、腎機能の悪い患者さんに造影剤を使うと、腎臓がダメージを受けてしまう可能性があります。そのため、これまで造影剤を使いつらい患者さんには代わりに炭酸ガス（二酸化炭素）を注入して画像化していましたが、足先の血管など細い血管になるとどうしても描

出に限界がありました。

早川 そこで我々が考案したのが、希釈した（薄めた）造影剤を用いることで造影剤の量を大幅に減らして行う方法です。基礎実験に基づき通常量の10分の1に希釈しているにも関わらず、通常と同等の画質が得られるような血管撮影装置の設定を行いました。私は2015年冬からこの手法を取り入れた治療を開始していますが、腎機能障害を持つ患者さんにおいても治療の質を落とすことなく、かつ安全な方法として様々な学会やライブ

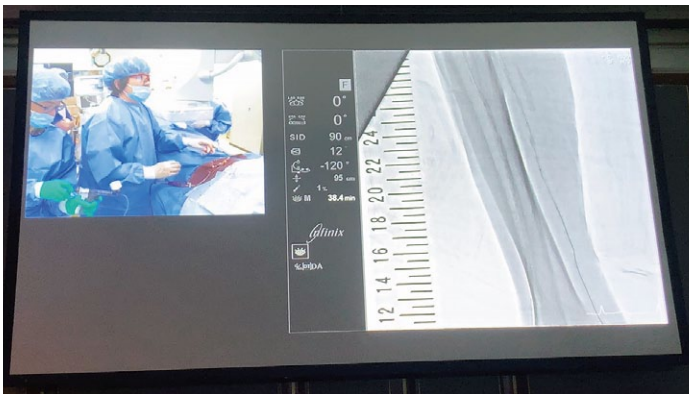
デモンストレーションの場、論文でも高い評価をいただいています。

大木 希釈造影による末梢動脈血管内治療は今や当院オリジナルの手法として全国区になっていますが、これは早川医師の技術や解釈なくしては実現できなかったものです。これにより当院の患者さんだけでなく、多くの施設の患者さんにも安全で効果的な治療を広く普及することができます。診療放射線技師として積み上げてきた経験や知識が、患者さんへのより良い治療へ生かされることを幸運に思っ

ています。

Q: 最後に、読者の方へ一言お願いします。

早川 末梢動脈に対する血管内治療の進歩はめざましく、今後さらなる技術・治療道具の発展や撮影装置の充実により、多くの患者さんに有益な治療が可能になると思われます。当院の血管内治療チームのより一層の醸成と、「すべては患者さんのために」の基本理念を常に実践する治療ができるよう努力していきたいと思えます。



JET (Japan Endovascular Treatment Conference) 2019 に招聘され、ライブデモンストレーションの術者を務める早川医師 (東京・2019年2月)

*JET:2000人超の参加者が国内外から訪れる、末梢血管治療関連ではアジア最大級の学会



LINC (Leipzig Interventional Course) 2020に招聘され、ビデオライブに登壇する早川医師 (ドイツ・2020年1月)

*希釈造影を駆使した複雑病変への治療について発表。演題名「Asahi style for complex lesions」

【注9】肝動脈化学塞栓療法 (肝がん) に栄養を供給する肝動脈に抗がん剤を注入し、動脈の血流を遮断してがん細胞を壊死させる治療法) など。

【注10】旭中央病院の職員表彰制度。当院を輝かせ、名声を高めるとともに、医療の質向上に特に貢献した活動を表彰するもので、学術部門、病院の質部門の2部門から構成されます。

【注11】2018年: 病院の質部門で早川医師と大木技師が共同受賞、2019年: 学術部門で早川医師が受賞。