

# KaKuShiN Vol.7

EduCAS Report

## Carotid Wallstent™ Monorail™導入後の 頸動脈ステント留置術 —初期および中長期治療成績—

札幌白石脳神経外科病院  
脳血管内治療センター  
野中 雅 先生

札幌白石脳神経外科病院  
放射線部  
笹森 大輔 先生

### はじめに

頸動脈ステント留置術(Carotid Artery Stenting:CAS)を安全に行ううえで、soft plaqueへの対応が議論されているなか、2010年Carotid Wallstent™Monorail™(以下CWS)が正式認可となり、CASにおけるステントの選択肢が増えこととなった。closed cell stentのため編み目の隙間が狭い構造となっているCWSには、soft plaque症例でのplaque protrusionの予防効果が見込まれており、CASの治療成績向上への期待が集まっている。しかし一方では、これまでの唯一の頸動脈用stentであったPRECISE®と比べradial forceが弱いことから拡張率が低く、長期成績への影響が危惧される。ここでは2010年以降のCWSの初期成績とその後の中長期成績について検討するとともに、当院における頸動脈ステント留置後のCT angiography(CTA)による画像評価方法の工夫について紹介する。

## 1. CASの初期治療成績

ANGIOGUARD™ XP(AG-XP)、PRECISE®が使用可能になった2007年12月以降、これまでに行ったCAS 316例での初期治療成績は、術後30日においてmRSが2以上の低下を認めたmajor strokeが2例、mRSの低下が1以下のminor strokeが6例で、30日以内症状が消失したTIAが10例と合わせて18/316例(5.7%)であった。この間AG-XPのsoft plaqueにおけるdebris捕捉能力の問題が指摘され、MRI plaque imageによるsoft plaque症例の回避や拡張率を抑えたCAS、さらにはproximal balloon や distal balloon (GuardWire : GW) のoff-label使用などの対策を講じたため、徐々に手術成績が向

上してきた。特に2010年春以降、GWの正式認可とあいまってclosed cell stentであるCarotid Wallstent™Monorail™(CWS)が認可されたことで、術直後の塞栓症発生を低減することだけでなく、soft plaque症例でのplaque protrusionに伴う遅発性塞栓症の発生を抑制することが可能となった。事実CAS承認以降のGW使用下のCAS症例117例中、PRECISE®を使用した例では虚血性合併症によるmajor & minor stroke2例、TIAが3例、合わせて5/56例(8.9%)であったのに対し、CWSを使用した症例では、TIAが1/61例(1.6%)と統計学的有意差はなかったものの、低く抑えることができた(Table1)。

	全症例	GW+PRECISE®使用	GW+ Carotid Wallstent™ Monorail™使用
Case No.	316	56	61
Major & Minor stroke	8	2	0
TIA	10	3	1
Total	18(5.7%)	5(8.9%)	1(1.6%)

Table 1: CASの初期治療成績

GW(GuardWire)

## 2. Carotid Wallstent™Monorail™による中長期治療成績

PRECISE®に比べ拡張力がやや劣るCarotid Wallstent™ Monorail™(CWS)での長期開存率に及ぼす影響が懸念されるところである。特に最近ではsoft plaqueでの後拡張を控めに行う傾向があるため、治療終了時の残存狭窄が若干大きくなっている。

しかし当院でのGW使用下に行ったCAS症例の中で、PRECISE®を留置した56例では術直後の残存狭窄率は13.3%であったのに対し、CWS群の61例では6.8%と、むしろCWS群で残存狭窄率が有意に低かった(t検定:  $p=0.024$ )。これは両ステントの使い分けの中で、soft plaqueの症例に対してはCWSを選択する傾向があったことが影響しているものと思われる。実際CWSを留置した症例

の64%が、plaque imageでPlaque/Muscle(PM)比が1.5以上のsoft plaqueであったのに対し、PRECISE®を留置した群では36%にとどまっている。

一方臨床的にはPRECISE®、CWSの両群で、同期間に脳梗塞の再発をきたした症例、または50%以上の再狭窄をきたし再治療を要した症例は認められなかった。同様にCAS承認後これまでに施行されたCAS全316例においても、再狭窄による再治療例は発生していない。このことから、soft plaqueに対してCWSを第一選択にするという我々の治療方針のもとでも、CAS治療後の長期成績においてステント両群に差がないことが示された。

### 3. 3D-CTAによるCarotid Wallstent™Monorail™の描出における撮像法の工夫

CAS後の3D-CTAは、ステントの状態や内腔確認、狭窄の描出に優れており、脳血管撮影に比べ低侵襲であることから、外来でのfollow upに適している。しかし、ステントの構造や原材料などの特性により正確な術後評価が困難な場合もある。PRECISE®はニッケル(Ni)・チタニウム(Ti)合金で構成されており、X線CTの実効エネルギー下における線減弱係数は低く、artifactを考慮する必要はない(Fig.1)。一方Carotid Wallstent™Monorail™(CWS)はコバルト(Co)・クロム(Fe)合金にタンタル(Ta)が埋植されている。このタンタル(Ta)はX線CTの実効エネルギー下における線減弱係数が極めて高く、artifact発生の一因となっている。このため当院ではartifact低減を考慮した撮影法を検討し、臨床例に応用している。

CWSの構造はclosed cell patternとなっており、直線かつ周期的であり、cellは10mm径のstent全開時では、鈍角が約140°となっている(Fig.2-A)。この構造を利用し、患者のポジショニングによるstent軸に対するCT撮影断面の設定によりartifact低減が可能となる。すなわちstent軸に対して直行した撮影断面を設定した場合、撮影断面はstrutの交点を結ぶため、ここに埋植されたTaによるartifactが増強される。また、stent軸に対して傾斜角度20°に撮影断面を設定した場合は、strutに平行となり同様にartifactが増強されるため、このような設定を避けて撮影することが望ましい(Fig.2-B)。

実際の臨床例では、内頸動脈において10mmのステントが全開となることはないが、我々の実験では撮影条件を一切変更することなく、stent軸とガントリーの傾斜角度35°～45°に撮影断面を設定することで(Fig.2-C,D)、内腔の画像Standard Deviation低減、stent strutの描出が最大で10%程度薄い画像を得ることができた(Fig.2-E,F)。

#### 当院での頸動脈CTA撮像機種と撮影条件

①CT Scanner1: Discovery CT750HD(GE)

120kVp,AutomA(Noise Index 7),Pitch 0.969:1,Rotation Time 0.4 sec,Kernel HD Stnd ASiR 60%

②CT Scanner2: Lightspeed Ultra(GE)

120kVp,AutomA(Noise Index 6),Pitch 0.625:1,Rotation Time 0.6 sec,Kernel Detail

また、総頸動脈-内頸動脈の径の違いによりcell形状が変化し、artifact低減度にムラが生じることがある。この場合、最小径側(内頸動脈側)の描出を優先的に考慮し、stent軸に対して傾斜角度40°～45°に撮影断面を設定することでartifactの低減が可能である(Fig.3-A,B)。

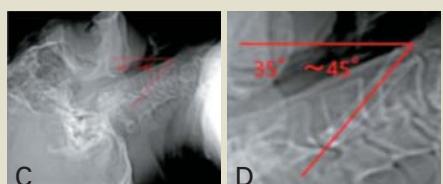


Fig.2-C,D: ステント軸と  
ガントリー傾斜角度の設定

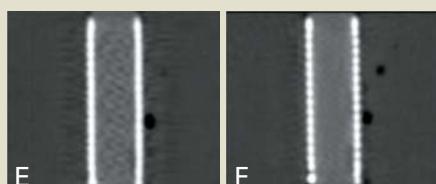


Fig.2-E,F: PhantomでのCWSの描出  
E) 傾斜角度0°  
F) 傾斜角度40°

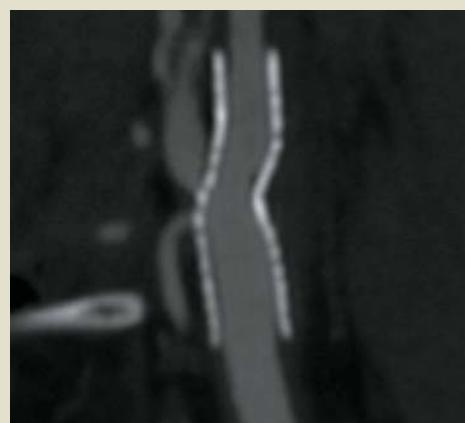


Fig.1: PRECISE® stentの描出

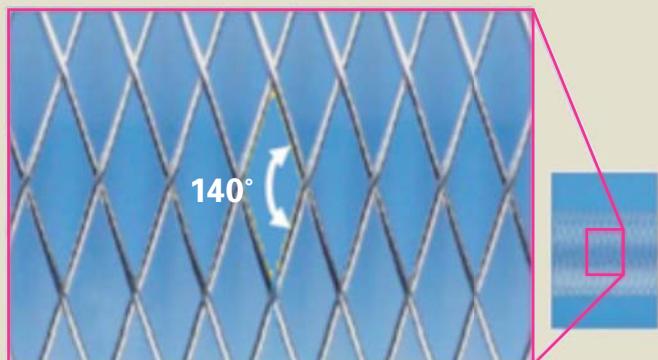


Fig.2-A: CWSのstrutの角度(140度)

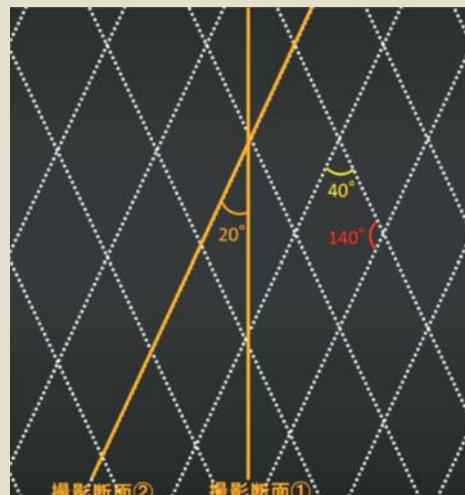


Fig.2-B  
撮影断面①: 傾斜角度0度ではstrutの交点に重なる  
撮影断面②: 傾斜角度20度ではステントstrutの線上に乗る  
これら理由により0度、20度はもっともartifactが多い角度である

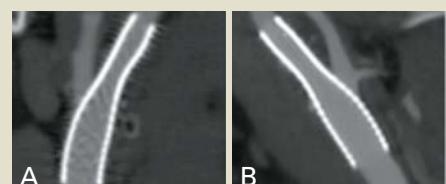


Fig.3-A,B  
A) CWS(CPR) 傾斜角度8°  
B) CWS(CPR) 傾斜角度45°  
傾斜角45度の方が、ステント内の造影剤の  
描出が一様である。

## 4. 代表症例提示

### 症例1:66才 男性 右症候性頸部頸動脈狭窄症(85%)、左無症候性頸部頸動脈狭窄症(95%)

右放線冠に脳梗塞をきたし、他院にて保存的治療が行われた。右頸動脈狭窄は70%で、さらに対側にも無症候性の90%狭窄を伴っていた。発症3ヶ月後CASを目的に当院紹介となったが、MRIのplaque imageでPM比が1.80と高く、plaque volumeも多いことから、外来にて抗血小板剤(シロスタゾール、クロピドグレル)、スタチンにて保存的に治療をおこないplaqueの安定化を待っていたところ、さらに4ヶ月後に右watershed zoneに脳梗塞を再発したため、症候側のCASを行うこととした。再発時右頸動脈狭窄は85%に悪化し

(Fig.4-A)、右側のplaqueのPM比も1.91に上昇していた(Fig.4-B)。DSA上、右内頸動脈は95%と高度狭窄になっているため、Optimo 8FでProximal occlusionをしながら、GWを通過させ、病変の近位・遠位両側端でballoon occlusionを行い、完全血流遮断下にステント留置を行った(Fig.4-C,D,E)。術後のDWIでは新たなHIAは認めず退院となり、その2ヶ月後のCTAで右側頸動脈ステントの開存が良好であることから(Fig.4 F)、左側の無症候性頸動脈狭窄(95%)に対しても、同様にdouble balloon protectionでCASを行った。術後のDWIではhigh intensity spotを1個認めたが、症状出現なく退院となった(Fig.4 ,G H,I)。

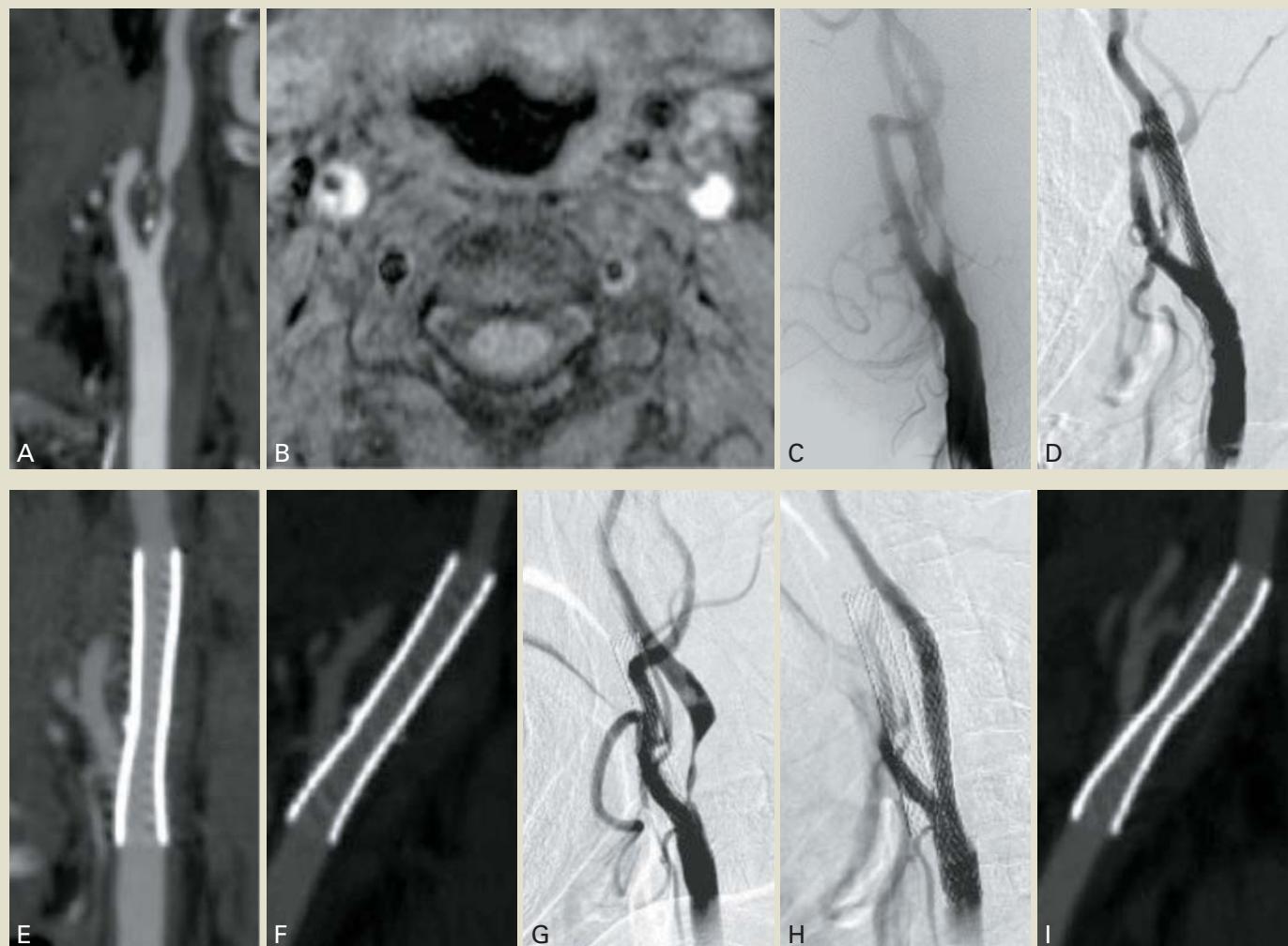


Fig.4

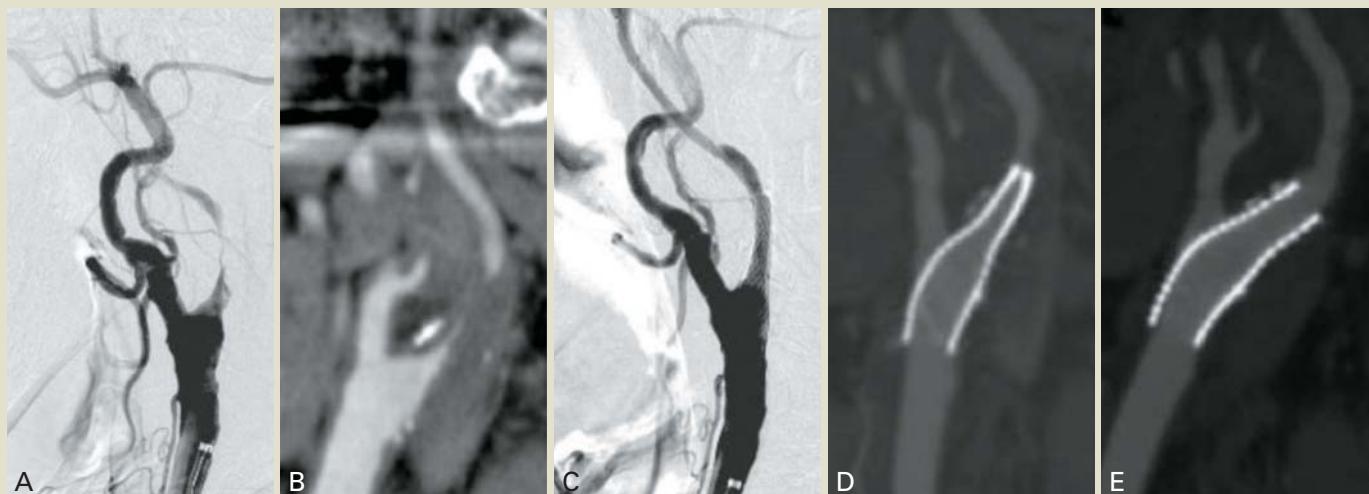
- A) 再発時 右頸動脈CTA NASCET=85%狭窄
- B) plaque image(PM比 右1.90 左2.61)
- C) 術前DSA 高度(95%)狭窄
- D) 術後DSA Carotid Wallstent™Monorail™(10x24)を留置した
- E) 術後CTA 傾斜角度を考慮せずに撮影:  
ステント自体が肉厚になっているため内腔へのplaqueの突出など、  
微細な変化の描出は困難である

- F) 術後3ヶ月CTA 傾斜角度を考慮した撮像:  
ステント厚が薄くなり、内腔の状態把握が容易となった
- G) 左側DSA 術前
- H) 左側DSA 術後:  
soft plaqueのため控えめの後拡張(4.5mm)で終了
- I) 術後CTA:  
遅発性のplaque protrusionがないことが確認できる

**症例2:76才 男性 左症候性頸部頸動脈狭窄症(95%)**

脳梗塞にて発症した左側頸動脈狭窄症の慢性期症例で、DSA上はnearly occlusionで狭窄遠位側はcollapseしていた(Fig.5-A,B)。病变長が長くplaque imageでPM比が2.46とsoft plaqueが疑われたため、Optimo 8Fを留置し、proximal occlusion下にGWをlesion crossし、double protection下にCASを行った。Carotid Wallstent™Monorail™(10x24mm)

を留置したが、留置直後では遠位側の血管虚脱部では十分な拡張が得られていなかった。術後のDWIではhigh intensity spotを2個認めたが、症状なく経過した。CTAでは内頸動脈遠位側の狭窄部の拡張が不十分であったが、半年後のCTAでは、ステント下端の位置にほぼ変化はないものの、ステント遠位側に拡張が得られたのと同時にステント上半分が短縮しているのが確認された(Fig.5-C,D,E)。

**Fig.5**

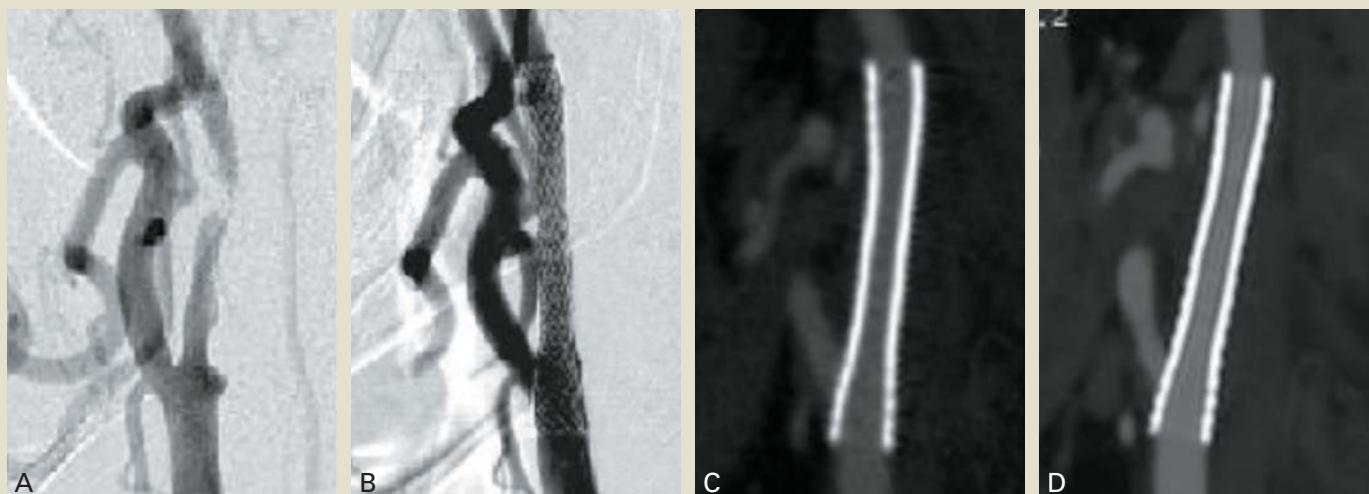
- A) 術前DSA: 高度狭窄のため、内頸動脈がcollapseしている  
B) 術前CTA  
C) 術後DSA: ステント留置部は拡張しているが、虚脱していた内頸動脈は拡張が不十分である

- D) 術後CTA: ステント遠位端に狭窄が残存しており、十分な血管拡張が得られていない  
E) 半年後CTA: ステントが拡張したため、ステント上半部分での短縮を認めるが、ステント下端の位置に変化はない

**症例3:63才 男性 右症候性頸部頸動脈狭窄症(95%)**

脳梗塞にて左片麻痺(4/5)をきたしたため、頸動脈エコ検査で左頸部頸動脈の高度狭窄が疑われたため、当院紹介となつた。入院後直ちに、抗血小板剤2剤の内服を含む保存的治療を開始したが、半日後左片麻痺が(2-/5)へと悪化と右皮質症状を伴つたため、急性期CASを行うこととした。OptimoとGWによるdouble protection下に前拡張(3.0x40mm)を

行い、Carotid Wallstent™Monorail™(10x24mm)を病变部に留置し、4.0x30mmで後拡張を行った後、十分デブリスを吸引し、血流を再開した(Fig.6-A,B)。術後は、左片麻痺は4-/5にまで改善し、DWIで新たな梗塞巣も出現せず経過した。術後と半年後のCTAでは、著明なplaque protrusionや内膜の肥厚などは認めていない(Fig.6-C,D)。

**Fig.6**

- A) 術前DSA  
B) 術後DSA  
C) 術後CTA  
D) 半年後CTA

## 5. 結語

Carotid Wallstent™Monorail™ (CWS)を使用したステント留置術の初期成績は良好であり、soft plaque症例においても、double protectionなどの工夫により、術中および術後の虚血性合併症の発生を低く抑えることが可能であった。また中期経過観察例でもPRECISE®と同様の内腔開存力を持っており、安定した再狭窄予防効果が得られている。しかしながらclosed cell stent特有のステント逸脱例もあることから、留置位置、留置ステント長には十分な配慮が必要である。

またCAS後のCTAによる画像評価では、ステント構造の特徴を踏まえ、撮像方法に若干の工夫を加えることで、より正確な評価ができる可能性が示唆された。

## 6. Technical point 1(Carotid Wallstent™Monorail™を安全に留置するため)

CWS(closed cell stent)に特有の合併症にstentの滑脱があるが、内頸動脈と総頸動脈に内腔の格差が大きく、しかも総頸動脈でのステント接地面積が少ない症例に起こりやすい。当然のことながら総頸動脈の径が10mmを超える症例では、ステントが総頸動脈内で浮いた状態になるため、全周でステントを支える力が及びにくいことから、CWS使用の適応外になるが、総頸動脈が10mm以下であっても、内頸動脈・総

頸動脈の径の格差が大きな場合には、総頸動脈との十分な接地面を確保するようにステント長、留置位置に配慮する必要がある。

当院でもステントの術後総頸動脈への完全逸脱例を1例経験した。この症例では術翌日にステントの逸脱が確認されたため、ステント遠位側の内頸動脈に新たなステントを追加留置した(Fig.7-A,B,C,D,E)。

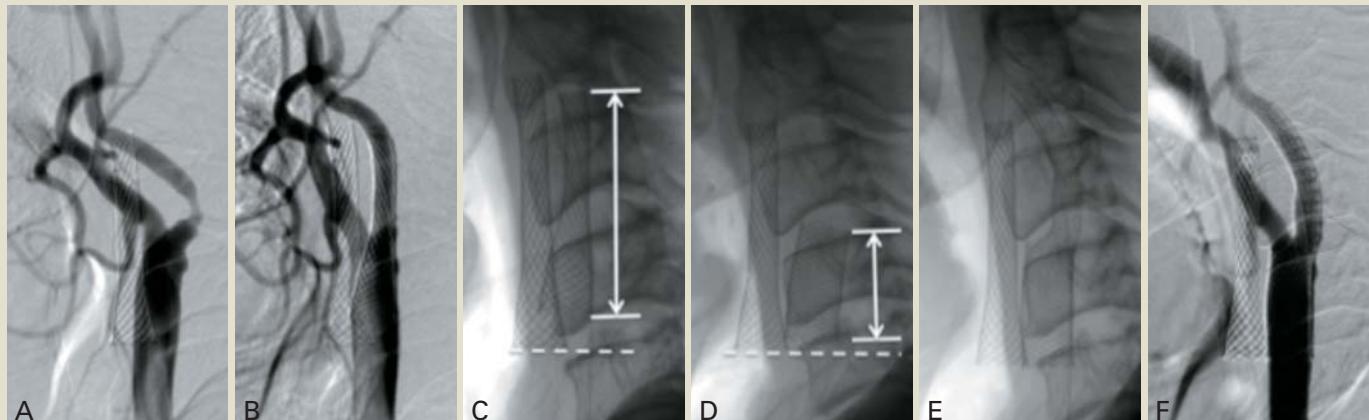


Fig.7

- A)術前DSA
- B)術後DSA
- C)術後単純写: ステントの全長と対側ステント下端との位置関係
- D)術翌日単純写: ステントの下端が近位部に移動し、総頸動脈内に完全に逸脱している

- E)遠位側にPRECISE®(10x40mm)を追加留置した
- F)最終DSA

## 7. Technical point 2 (拡張法:Precise stent留置との違い)

CWSはclosed cell stentであることから、soft plaqueでの使用場面が多くなっている。この場合、4mm程度の前拡張後にステントを留置するだけでも、経過中に十分な血管径が得られることが多いことから、後拡張を行わないという選択

肢も考慮すべきである。またCWSで後拡張を必要とする場合には、short segmentでの拡張は避け、30mm以上の長めのバルーンでlong segmentで血管に圧着させるように行う。