

ステントの side-cell を介したカテーテル治療

富田 英¹⁾, 上村 茂¹⁾, 曾我 恭司²⁾, 澤田まどか²⁾
西岡 貴弘²⁾, 大山 伸夫²⁾, 藤井 隆成³⁾, 岩崎 順弥³⁾

昭和大学横浜市北部病院循環器センター¹⁾,
昭和大学横浜市北部病院こどもセンター²⁾, 昭和大学小児科³⁾

Key words:

stent, side-cell, therapeutic catheterization, congenital heart disease

Therapeutic Catheterization Through the Side-cell of Stent

Hideshi Tomita¹⁾, Shigeru Uemura¹⁾, Takashi Soga²⁾, Madoka Sawada²⁾, Takahiro Nishioka²⁾, Nobuo Oyama²⁾,
Takanari Fujii³⁾, Jyunya Iwasaki³⁾

¹⁾Cardiovascular Center, Showa University Northern Yokohama Hospital, Yokohama, Japan,

²⁾Children's Medical Center, Showa University Northern Yokohama Hospital, Yokohama, Japan,

³⁾Department of Pediatrics, Showa University School of Medicine, Tokyo, Japan

Background: In stenting for congenital heart diseases, bifurcation lesions and side branch jail are challenging for an interventionalist. Balloon dilation or stenting through the side-cell to overcome bifurcation lesions or stent jail in congenital heart diseases has been scarcely reported in our country because of limited variations in available stent. The aim of this study is to evaluate the efficacy and safety of therapeutic catheterization through the side-cell of the stent.

Method: 1) We reported balloon dilation or stenting through the side-cell of previously implanted stents in 3 patients. 2) We measured the diameter of the side-cell of the Express[®] Vascular or Genesis[®] stent following in vitro balloon dilation.

Results: 1) In patient 1, the Express[®] Vascular LD stent was implanted in the near occluded ilio-femoral vein at 5 months old. The side-cell was dilated using the Sasuga[®] balloon Sterling balloon. Retrograde coarctation following duct stenting in hypoplastic left heart syndrome was dilated through the side-cell of the Genesis[®] stent at 4 months old in patient 2. T stenting using the Express[®] Vascular LD stent and the Genesis[®] stent on Amiia[®] was performed for pulmonary venous obstruction at 10 months old in patient 3. No complications were observed in any patient. 2) The side-cell of the Express[®] Vascular LD stent was dilated to 5-6 mm maximally, while in the Genesis[®] stent, its side-cell was dilated to 4-6 mm. Dilation of its side-cell at 5-6 atmospheres broke articulations of the side-cell, while the cell was dilated to 7mm.

Conclusion: Balloon dilation or stenting through the side-cell of the Express[®] Vascular or the Genesis[®] stent is feasible. One should bear this technique in mind for stenting in bifurcation lesions of congenital heart disease.

要 旨

背景：分岐部病変へのステント留置では分岐部を横断してステントを留置せざるを得ないことがある。わが国で入手できるステントの制約から、side-cell を介した側枝のカテーテル治療は、一般的な手技にはなっていない。本研究の目的は、ステントの side cell を介したカテーテル治療の有効性と安全性を検討することである。

方法：1) 3例で行ったステントの side-cell を介したバルーン血管形成術またはステント留置について検討した。2) Express[®] Vascular または Genesis[®] ステントの side-cell を in vitro で拡大し、最大拡大径を計測した。

結果：1) 症例1では右総腸骨大腿静脈狭窄に対して留置した Express[®] Vascular LD ステントの side-cell をバルーンで拡大した。症例2では左心低形成症候群の動脈管に留置した Genesis[®] ステントの side-cell を介して逆行性大動脈縮窄に対するバルーン血管形成術を施行した。症例3(10カ月)では分岐部の肺静脈閉塞に対して Express[®] Vascular LD と Genesis[®] ステントを用いて T stenting を行った。いずれも合併症は認めなかった。2) Express[®] Vascular LD ステントの side-cell は最大5~6 mm まで Genesis[®] ステントのそれは4~6 mm まで拡大できた。Genesis[®] ステントの side-cell を5~6気圧で拡大すると cell の接合部が破壊され、side-cell は7 mm まで拡大された。

考察：Express[®] Vascular ステントや Genesis[®] ステントの side-cell を介するカテーテル治療は有効で、分岐部病変への留置の場合には考慮すべき手技と考えられる。

2011年8月19日受付 別刷請求先：〒224-8503 神奈川県横浜市都筑区茅ヶ崎中央35-1

2011年10月18日受理 昭和大学横浜市北部病院循環器センター 富田 英

はじめに

ステントを用いた血管形成術は、末梢性肺動脈狭窄や大動脈縮窄など先天性心疾患における大血管狭窄に対する治療戦略の一つとして欠くべからざるものになっている¹⁾。しかし、分岐部近くの狭窄はステントを留置すべきか否か、またどのようにステントを留置するかの決定がもっとも困難な病変の一つであり、2本のステントをY型に留置したり、1本のステントをkissing balloon techniqueで拡大する方法が報告されているが^{2,3)}、主要な血流路を確保するために、側枝を横断する形でステントを留置せざるを得ないことも少なくない。

冠動脈へのステント留置では分岐部病変に対し、ステントのside-cellを介したT stent, crush stentなどが報告されているが⁴⁾、わが国で大血管狭窄に対して主として用いられるステントは鋭利なstrut構造を有するPalmaz®ステントであり、side-cellを介したバルーン拡大ではバルーン破裂の危険性が高いことから、一般的な手技にはなっていない。

最近、わが国でも先天性心疾患の一部に対して用いられるようになったGenesis^{®5,6)}、Express® Vascularステント⁷⁾などのside-cellを介したカテーテル治療に関して報告する。

症 例

症例 1

総肺静脈還流異常の術後に肺静脈閉塞を合併し、肺静脈へのステント留置時に右総腸骨大腿静脈の高度狭窄(Fig. 1-A)と診断した3カ月、4.5 kgの女兒。心臓カテーテルの反復が必須と判断されたため、腸骨大腿静脈狭窄に対してExpress® Vascular LDステント7 mm / 27 mmを留置したが、ステントが中枢側に移動し、総腸骨静脈分岐部をまたぐ形でステントが留置された(Fig. 1-B)。左総腸骨静脈の血流を確保するためにステントのside-cellにRadifocus® GTワイヤー(45度)でアプローチし、3F cut Pig tailを左大腿静脈に挿入した。ワイヤーを0.014" PlatinumPlus®に交換しSasuga® 6 mm, 2 cmでside-cellを拡大した(Fig. 1-C)。左大腿静脈からの血流は良好に確保された(Fig. 1-D)、3歳11カ月現在、開存が確認されている。

症例 2

左心低形成症候群に対し両側肺動脈絞扼術を施行したが、動脈管が狭小化し生後31日でPalmaz Genesis®ステント(PG1880BPX)を留置し経過観察中であった。生後4カ月時ステントを介する上行大動脈への血流減少を認め、大動脈縮窄の増悪と診断した(Fig. 2-A)。3F JRと0.018" Radifocus® angleでside-cellを介して上行大動脈にアプローチした。Sterling® 5 mm / 2 cmでステントのside-cellとともに縮窄に対してバルーン血

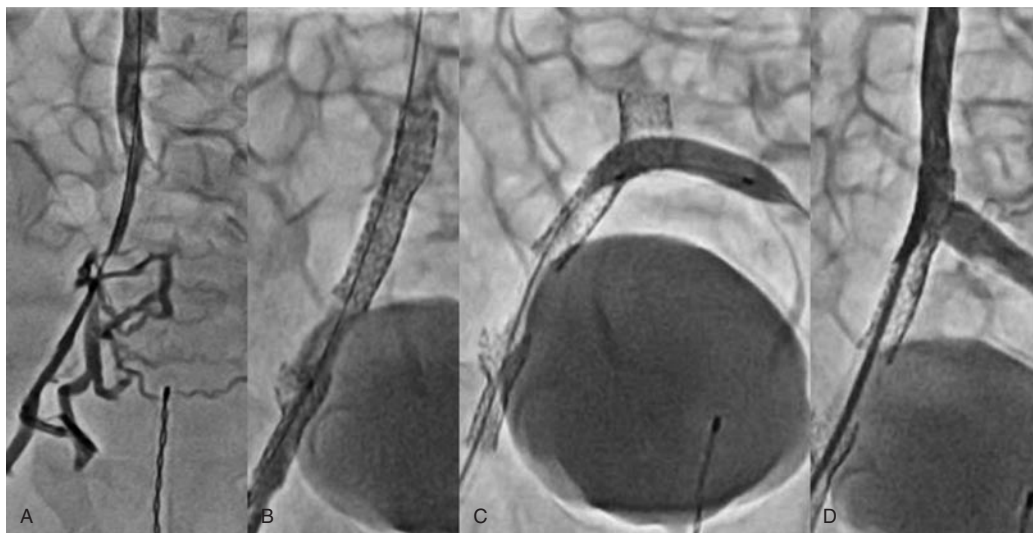


Fig. 1 A: Near occluded ilio-femoral vein
 B: Stenting with the Express® Vascular LD stent through the bifurcation of the bilateral iliac veins
 C: Balloon dilation of the side-cell
 D: No obstruction of the blood flow from the left iliac vein

管形成術を施行し(Fig. 2-B), 縮窄部は改善した(Fig. 2-C). 8カ月時に Norwood-Glenn 手術を施行した.

症例 3

10カ月, 5.2 kg の女児. 総肺静脈還流異常術後の肺静脈閉塞. 左下肺静脈は完全閉塞. 左上肺静脈に強い狭窄を認めましたが, 狭窄をまたぐ形で左中肺静脈が分枝

し, ここにも高度の狭窄を認めた(Fig. 3-A). まず左上肺静脈に Express® Vascular LD ステンント 7 mm / 17 mm を留置した(Fig. 3-B). Sterling® 5 mm / 2 cm で side-cell を前拡大した後(Fig. 3-C), Genesis® ステンント (PG 1560PMW) を T 型に留置し kissing balloon technique を施行した(Fig. 3-D, E). 左中肺静脈に軽度の狭窄が残存したが, 血流は改善した(Fig. 3-F). 2歳時, 中肺静

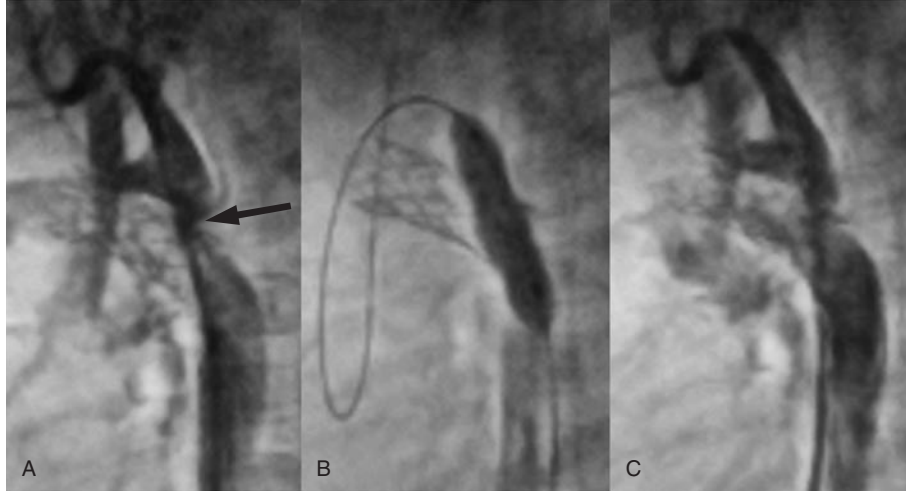


Fig. 2 A: Retrograde coarctation (white arrow) following duct stenting
B: Balloon dilation of retrograde coarctation through the side-cell
C: Aortogram after balloon dilation

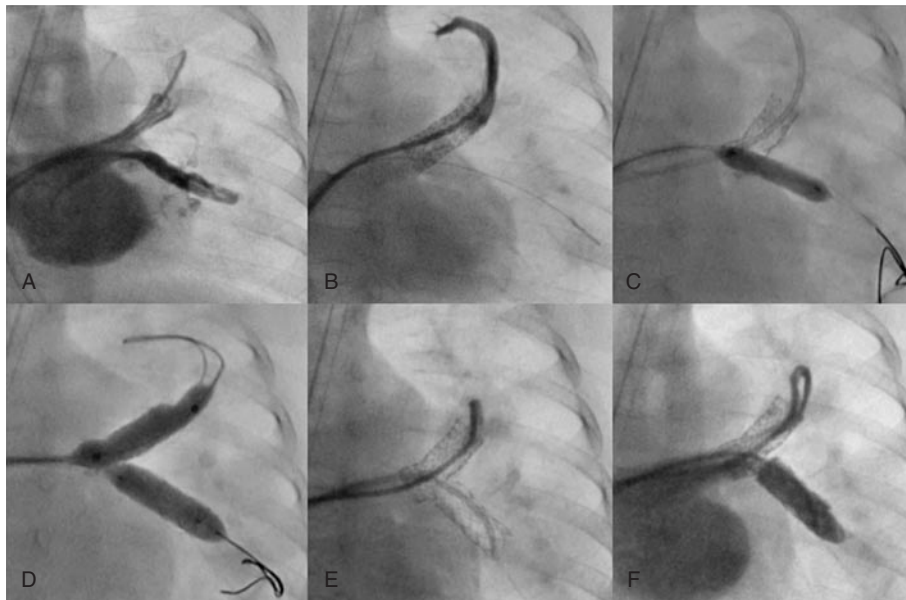


Fig. 3 A: Obstruction in the bifurcation of the left upper and middle pulmonary veins
B: Stenting in the left upper pulmonary vein. The guidewire is placed in the left middle pulmonary vein through the side-cell of the stent
C: Balloon dilation of the side-cell
D: Kissing balloon dilation following T stenting through the previously implanted stent
E: Position of 2 stents
F: Final angiogram

脈の Genesis[®] ステンツは閉塞したが、Express[®] Vascular LD ステンツは開存が確認された。

Side-cell の拡大実験

対象

現在、本邦で入手でき、先天性心疾患に対して留置されることがあると考えられる以下の7種類のステント、Express[®] Vascular SD ステンツ(バルーン径7 mm / ステンツ長19 mm)、Express[®] Vascular LD ステンツ(バルーン径8 mm / ステンツ長17 mm とバルーン径10 mm / ステンツ長25 mm)およびGenesis[®] ステンツ(Genesis[®] on Amiia[®] 4 mm および5, 6 mm, Genesis[®] on Opta[®] 8 mm, on Opta[®] 10 mm の4種)を対象とした。

方法

いずれのステントもマウントされたバルーンで最大径まで拡大した後、Express[®] はExpress[®] Vascular SD ステンツがマウントされたバルーン(径7 mm)で、Genesis[®] はStreling[®] 径7 mm およびOpta[®] 径8 mm でside-cell を拡大し、6気圧まで加圧した(Fig. 4-A, B)。拡大されたside-cell の径を手的に計測した。side-cell が正円にならない場合は最大径と最小径を計測した。

Express[®] Vascular SD ステンツの拡大径はカタログ上4, 5, 6, 7 mm で、近位の2列はclosed cell、これより遠位はsemi-open cell デザインである。それぞれのcell デザインは同一で、cell の数により拡大径は規定されているため、side-cell 拡大径は同一である。Express Vascular LD ステンツはsemi-open cell デザインで、拡大径はカタログ上7, 8, 9, 10 mm であり、7, 8 mm および9, 10 mm はそれぞれ同一のcell デザインのため、cell 拡大径は同一である。Genesis[®] ステンツ

on Amiia[®] の拡大径はカタログ上、4, 5, 6 mm の3種であるが、5, 6 mm のcell デザイン・サイズは同一でありside-cell 拡大径は同一である。一方、on Opta のcell デザイン・サイズは最大拡大径8 mm のmedium と9, 10 mm のlarge の2分類であり、それぞれのside-cell 拡大径は同一である。

結 果

1. Express[®] ステンツ

Vascular SD ステンツのclosed cell 部分は2~3 mm, semi-open cell 部分は4~5 mm に拡大できた。Vascular LD ステンツの7, 8 mm は5~6 mm, 9, 10 mm は5~6 mm に拡大することができた(Table 1, Fig. 4-B)。

2. Genesis[®] ステンツ

Amiia[®] にマウントされた腎動脈用Genesis[®] ステンツは4 mm が3 mm 前後、5, 6 mm が4 mm 前後に拡大できた。Opta[®] にマウントされた8 mm 径のいわゆるmedium Genesis[®] ステンツ、large Genesis[®] ステンツは、ともにside-cell は4~6 mm に拡大された(Table 1, Fig. 5-A)。また、いずれもSynergy[®] 径8 mm を用いて5~6気圧で拡大することにより、ジョイント部が破壊され、7 mm 前後まで拡大された(Fig. 5-B)。

考 察

中枢側の肺動脈狭窄や大動脈縮窄など、大血管に対して側枝を横断するような形でステントを留置した場合でも、ステントを十分に拡大すればside-cell を介して側枝への血流が維持されることが多いが、遠隔期に側枝が閉塞したとの報告も見受けられる^{8,9)}。一方で

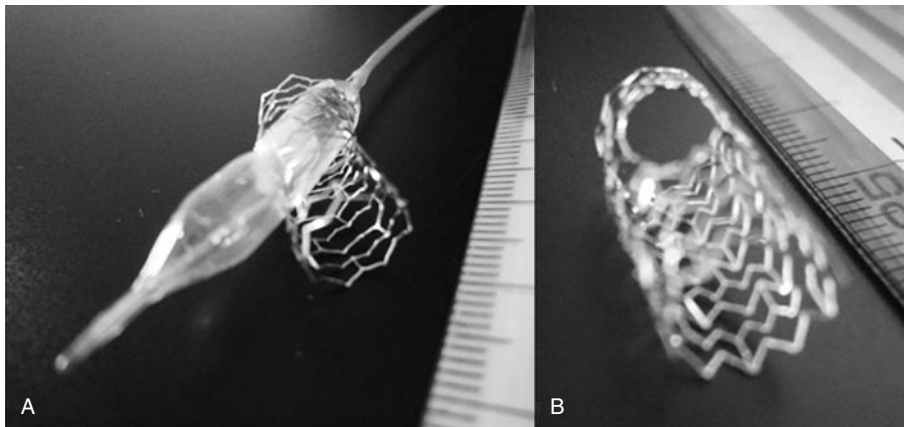


Fig. 4 A: Balloon dilation of the side-cell of the Express[®] Vascular LD stent
B: After balloon dilation

冠動脈分岐部病変はカテーテル治療が最も困難なものの一つであり、ステントの side-cell を利用した、Culotte ステント、T ステント、Crush ステントなど、さまざまなステント留置方法が報告されている⁴⁾。わが国で先天性心疾患に対して用いられることが多い Palmaz ステントは、closed cell デザインのため side-cell の拡大径自体に限界があり、加えて cell の辺縁が鋭利なため、ここをバルーンで拡大した場合にはバルーン破裂の危険性が高いとされ、side-cell を介したバルーン拡大術やステント留置は一般的な手技とはなっていなかった。近年、第一分枝以後の肺動脈、肺静脈、動脈管開存などを対象として、Genesis[®] ステントや Express[®] Vascular ステントを留置したとの報告が散見されるようになった^{1,6,7)}。

これらのステントの最大拡大径は 10 ~ 12 mm であり、標的部位には稀ならず側枝が存在するが、side-cell の辺縁は鈍に成形されており、side-cell をバルーン

で拡大することが可能とされている。

著者らは Genesis[®] ステントと Express[®] Vascular LD ステントの side-cell に対するバルーン拡大をそれぞれ 1 例、Express[®] Vascular LD ステントの side-cell を介して T 字型のステント留置を 1 例に行った。いずれもバルーン破裂などの合併症はなく、急性効果も良好であった。肺静脈狭窄に対して T 字型に留置したステントは遠隔期に閉塞したが、side-cell のバルーン拡大を行った 2 例では遠隔予後も良好であった。また、肺静脈狭窄の例では、主要な血流路である左上肺静脈に留置したステントは長期開存しており、一定の予後改善効果はあったものと考えている。

わが国で入手できる仕様の Genesis[®] ステントと Express[®] Vascular LD ステントの最大拡大径はいずれも 11 ~ 12 mm であるが、それぞれの cell デザインは closed cell, semi-open cell と大きな違いがあるため、それぞれの cell の拡大性に関して、in vitro での実験を

Table 1 Maximum dilatable diameter of each stent, and the diameter of its dilated side-cell

Stent	Maximum dilatable diameter (mm)	Side-cell (mm)
Express [®]		
Vascular SD closed cell	8-9	2.0-3.0
Vascular SD open cell		4.0-5.0
Vascular LD 7, 8 mm	9-10	5.0-6.0
Vascular LD 9, 10 mm	11-12	6.0-7.0
Genesis [®]		
	5.5	
on Amiia [®] 4 mm	5.5	3.2-3.3
on Amiia [®] 5, 6 mm	7.5	4.0-4.1
on Opta [®] 8 mm	9	4.0-6.0
on Opta [®] 10 mm	11-12	4.0-6.0

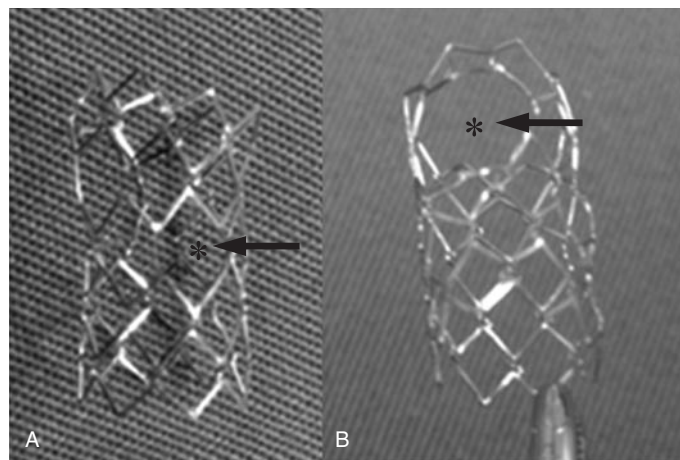


Fig. 5 A: After balloon dilation of the Genesis[®] stent
B: Side-cell was widely dilated associated with fracture of the cell with dilation of the side-cell

行った。この結果、cell デザインの違いにもかかわらず、両者の side-cell 拡大径の差は 1 mm 前後であり、これらのステントを留置する部位の側枝を拡大するためにはおおむね十分な拡大径であると考えられた。また Genesis[®] ステントは拡大することにより、cell の接合部が破壊され、最大 7 mm まで拡大することができた。cell の破壊により、放射支持力が減弱することが予想されるが、比較的太い側枝の開存が必須の状況では有益な特徴ともなりうるものと考えられた。

結 語

Express[®] Vascular ステントや Genesis[®] ステントの side-cell を介するカテーテル治療は有効で、分岐部病変への留置の場合には考慮すべき手技と考えられる。

【参考文献】

- 1) Tomita H, Nakanishi T, Hamaoka K, et al: Stenting in congenital heart disease: medium- and long-term outcomes from the JPIC stent survey. *Circ J* 2010; **74**: 1676-1683
- 2) Stapleton GE, Hamzeh R, Mullins CE, et al: Simultaneous stent implantation to treat bifurcation stenoses in the pulmonary arteries: Initial results and long-term follow up. *Catheter Cardiovasc Interv* 2009; **73**: 557-563
- 3) Stumper O, Bhole V, Anderson B, et al: A novel technique for stenting pulmonary artery and conduit bifurcation stenosis. *Catheter Cardiovasc Interv* 2011; 10.1002/ ccd.23025 [Epub ahead of print]
- 4) Louvard Y, Lefèvre T, Morice MC: Percutaneous coronary intervention for bifurcation coronary disease. *Heart* 2004; **90**: 713-722
- 5) Forbes TJ, Rodriguez-Cruz E, Amin Z, et al: The Genesis stent: A new low-profile stent for use in infants, children, and adults with congenital heart disease. *Catheter Cardiovasc Interv* 2003; **59**: 406-414
- 6) Kobayashi T, Tomita H, Yokozawa M, et al: Genesis stent implantation without using a long sheath in two children. *J Cardiol* 2008; **52**: 296-299
- 7) 曾我恭司, 富田 英: 総肺静脈還流異常症(TAPVC)術後の肺静脈狭窄に対する Express Vascular LD ステント (Express) の使用経験. *日小児循環器会誌* 2009; **25**: 197
- 8) O'Laughlin MP, Slack MC, Grifka RG, et al: Implantation and intermediate-term follow-up of stents in congenital heart disease. *Circulation* 1993; **88**: 605-614
- 9) Law MA, Shamszad P, Nugent AW, et al: Pulmonary artery stents: long-term follow-up. *Catheter Cardiovasc Interv* 2010; **75**: 757-764