

# カテーテル・輸液回路の 輸液速度に与える影響

# 滴下が速いのはどっち？



20G × 1 1/4

(内径0.8mm、カテーテル長32mm)

VS



18G × 2 1/2

(内径0.95mm、カテーテル長64mm)

- 流量 (Q) は圧較差 ( P ) に比例し、抵抗 (R) に反比例する。

$$Q = P/R$$

- 細い管の中の流れに対する抵抗は、Hagen-Poiseuille(ハーゲン-ポアズイユ)の式で表される。

$$Q = P \times \left( \frac{r^4}{8 \mu L} \right) \quad \text{半径が大きな影響}$$

内径 (r)、管の長さ (L)、液体の粘度 (  $\mu$  )

# 滴下が速いのはどっち？



$$Q = P \times (r^4 / 8 \mu L)$$

$$20G \times 1\frac{1}{4} : 0.8^4 / 8 \mu \times 32$$

$$= 0.4096 / 8 \mu \times 32$$

$$= 0.0016 \mu$$

(内径0.8mm、カテーテル長32mm)

VS

$$18G \times 2\frac{1}{2} : 0.95^4 / 8 \mu \times 64$$

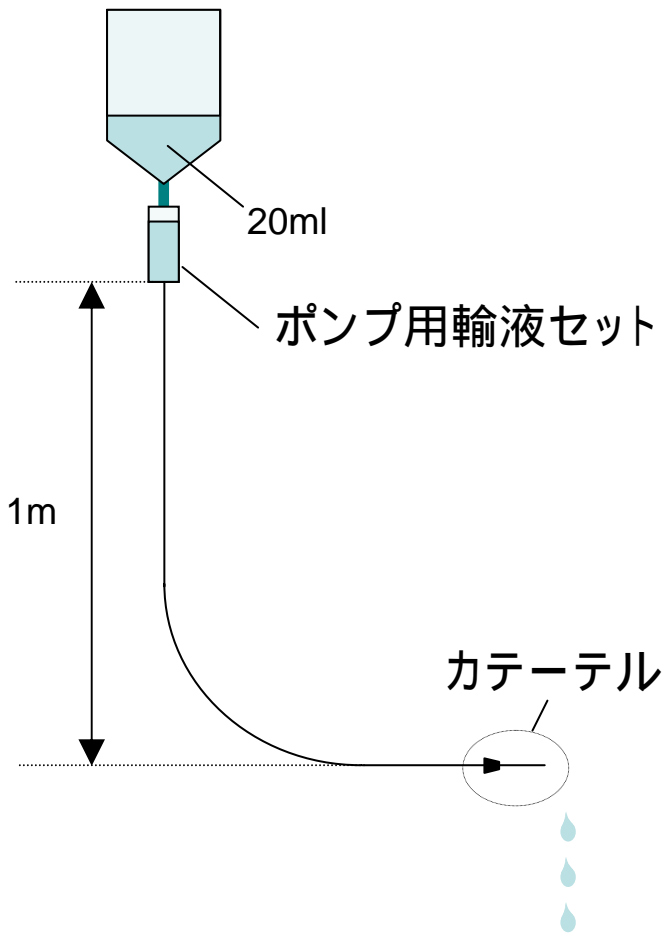
$$= 0.8145 / 8 \mu \times 64$$

$$= 0.00159 \mu$$

(内径0.95mm、カテーテル長64mm)

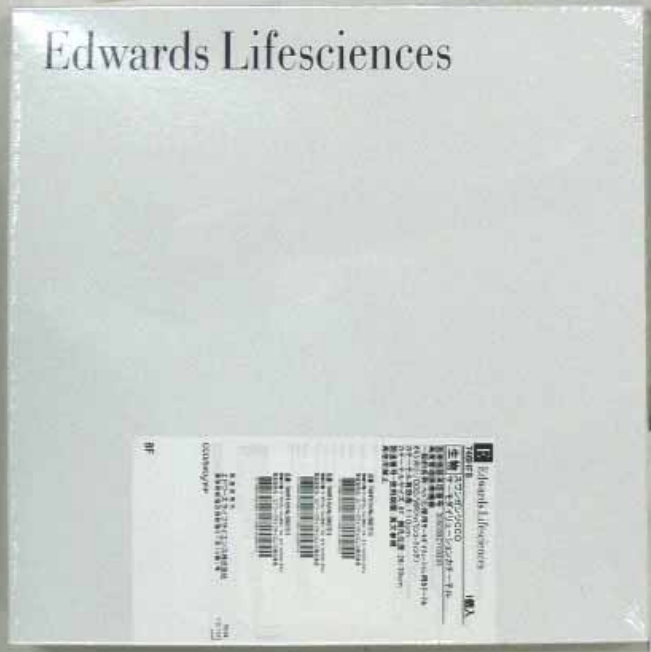
A: 理論上はほぼ同じ

# 実験1



100cmの高低差で水が20ml滴下する時間を各製品で3回測定した。回路はTERUMO社製ポンプ用輸液セットの先に各カテーテルを接続した。

統計： one way Factorial ANOVA  
Bonferroni-Dunn test



Edwards Lifesciences

argyle

高品質医療機器  
心臓カテーテル・イントロチューサーセット  
シース イントロチューサー セット

9Fr  
1-6190ED7M  
エディファマー  
アンブレラノズル付  
0.45mm x 45cm  
0.039" I.D.  
0.71mm x 67mm  
0.71mm x 34mm  
製品番号 7000110  
製造年次 2013.01  
製造国 中国

9Fr  
3.07mm x 7cm  
3.0mm (9Fr)

Safe Guide II

argyle 日本シーラント株式会社

Two-Lumen CVC Kit  
with Blue FlexTip Catheter

ARROW

ASK-17702-KR

ASK-17702-KR 7Fr, 20cm

120430

3MP CLAMP

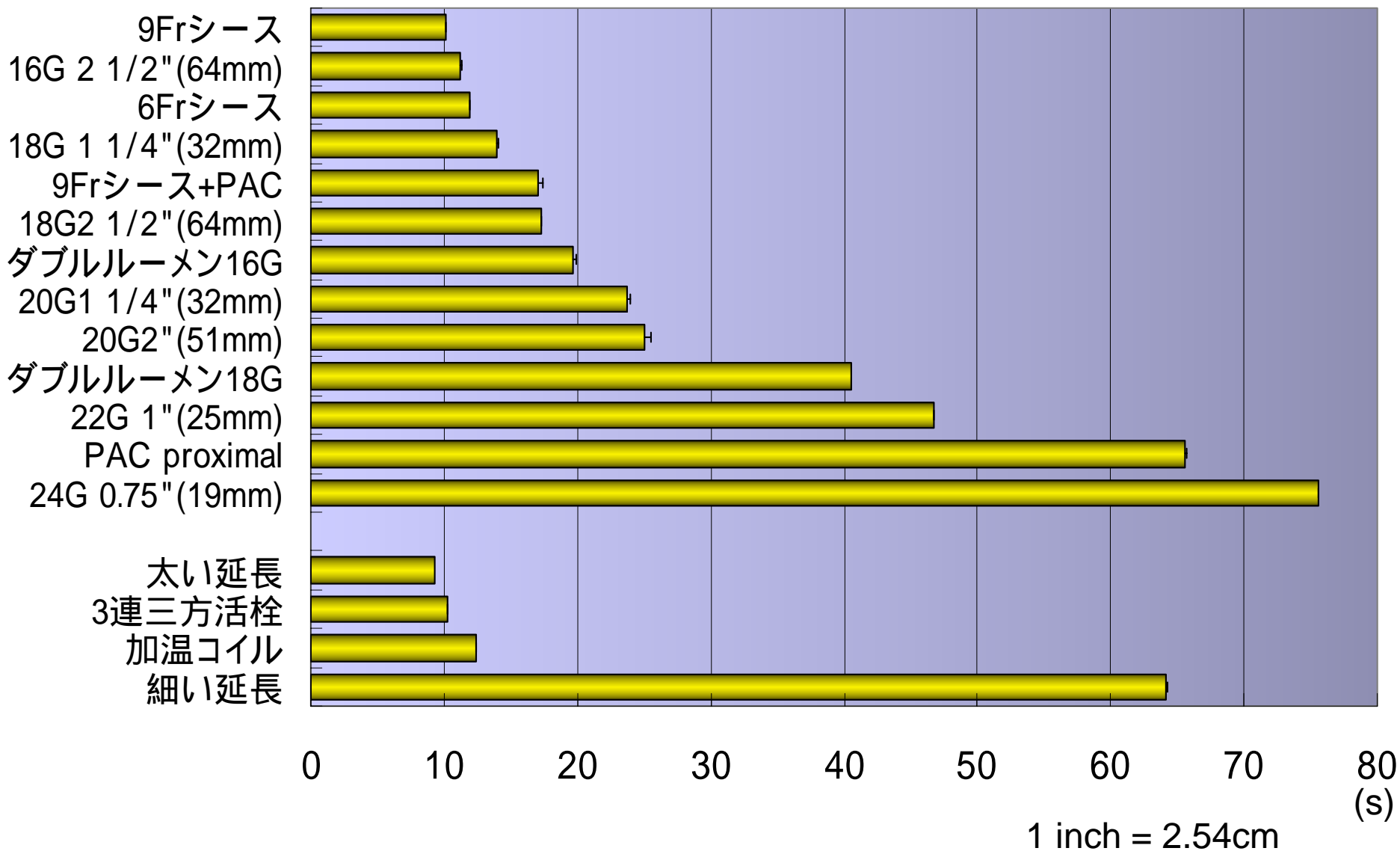
3MP CLAMP

HR-A60K10A  
6Fr

1. The lead wire is made of high quality polyethylene material...  
2. The lead wire is made of high quality polyethylene material...  
3. The lead wire is made of high quality polyethylene material...  
4. The lead wire is made of high quality polyethylene material...  
5. The lead wire is made of high quality polyethylene material...  
6. The lead wire is made of high quality polyethylene material...  
7. The lead wire is made of high quality polyethylene material...  
8. The lead wire is made of high quality polyethylene material...  
9. The lead wire is made of high quality polyethylene material...  
10. The lead wire is made of high quality polyethylene material...

Edwards Lifesciences  
1-800-451-7000  
www.edwards.com  
Edwards Lifesciences Corporation  
3651 Central Expressway  
Irvine, CA 92614-1000  
Edwards Lifesciences (Japan) Co., Ltd.  
1-1-1, Higashi-Shinjyuku  
Shinjyuku-ku, Tokyo 162-8502, Japan  
Edwards Lifesciences (Singapore) Pte. Ltd.  
11, South Bridge Road  
Singapore 058815  
Edwards Lifesciences (Australia) Pty. Ltd.  
15, South Bridge Road  
Melbourne, VIC 3006, Australia  
Edwards Lifesciences (UK) Ltd.  
15, South Bridge Road  
London, EC4A 3DF, UK  
Edwards Lifesciences (Canada) Inc.  
15, South Bridge Road  
Toronto, ON M5V 2A4, Canada  
Edwards Lifesciences (Brazil) Ltda.  
Avenida Paulista, 1508-15  
05508-900, São Paulo, SP, Brazil  
Edwards Lifesciences (India) Pvt. Ltd.  
15, South Bridge Road  
New Delhi, India 110002  
Edwards Lifesciences (China) Co., Ltd.  
15, South Bridge Road  
Beijing, China 100000  
Edwards Lifesciences (Mexico) S.A. de C.V.  
Avenida Insurgentes Sur, 1508-15  
06702, México DF, México  
Edwards Lifesciences (South Africa) (Pty) Ltd.  
15, South Bridge Road  
Cape Town, South Africa 8001  
Edwards Lifesciences (Egypt) S.A.  
15, South Bridge Road  
Cairo, Egypt 11511  
Edwards Lifesciences (Korea) Co., Ltd.  
15, South Bridge Road  
Seoul, Korea 00000  
Edwards Lifesciences (Taiwan) Co., Ltd.  
15, South Bridge Road  
Taipei, Taiwan 10000  
Edwards Lifesciences (Thailand) Co., Ltd.  
15, South Bridge Road  
Bangkok, Thailand 10000  
Edwards Lifesciences (Indonesia) Co., Ltd.  
15, South Bridge Road  
Jakarta, Indonesia 10000  
Edwards Lifesciences (Philippines) Co., Ltd.  
15, South Bridge Road  
Manila, Philippines 10000  
Edwards Lifesciences (Vietnam) Co., Ltd.  
15, South Bridge Road  
Hanoi, Vietnam 10000  
Edwards Lifesciences (Malaysia) Co., Ltd.  
15, South Bridge Road  
Kuala Lumpur, Malaysia 50000  
Edwards Lifesciences (Singapore) Pte. Ltd.  
15, South Bridge Road  
Singapore 058815  
Edwards Lifesciences (Australia) Pty. Ltd.  
15, South Bridge Road  
Melbourne, VIC 3006, Australia  
Edwards Lifesciences (UK) Ltd.  
15, South Bridge Road  
London, EC4A 3DF, UK  
Edwards Lifesciences (Canada) Inc.  
15, South Bridge Road  
Toronto, ON M5V 2A4, Canada  
Edwards Lifesciences (Brazil) Ltda.  
Avenida Paulista, 1508-15  
05508-900, São Paulo, SP, Brazil  
Edwards Lifesciences (India) Pvt. Ltd.  
15, South Bridge Road  
New Delhi, India 110002  
Edwards Lifesciences (China) Co., Ltd.  
15, South Bridge Road  
Beijing, China 100000  
Edwards Lifesciences (Mexico) S.A. de C.V.  
Avenida Insurgentes Sur, 1508-15  
06702, México DF, México  
Edwards Lifesciences (South Africa) (Pty) Ltd.  
15, South Bridge Road  
Cape Town, South Africa 8001  
Edwards Lifesciences (Egypt) S.A.  
15, South Bridge Road  
Cairo, Egypt 11511  
Edwards Lifesciences (Korea) Co., Ltd.  
15, South Bridge Road  
Seoul, Korea 00000  
Edwards Lifesciences (Taiwan) Co., Ltd.  
15, South Bridge Road  
Taipei, Taiwan 10000  
Edwards Lifesciences (Thailand) Co., Ltd.  
15, South Bridge Road  
Bangkok, Thailand 10000  
Edwards Lifesciences (Indonesia) Co., Ltd.  
15, South Bridge Road  
Jakarta, Indonesia 10000  
Edwards Lifesciences (Philippines) Co., Ltd.  
15, South Bridge Road  
Manila, Philippines 10000  
Edwards Lifesciences (Vietnam) Co., Ltd.  
15, South Bridge Road  
Hanoi, Vietnam 10000  
Edwards Lifesciences (Malaysia) Co., Ltd.  
15, South Bridge Road  
Kuala Lumpur, Malaysia 50000

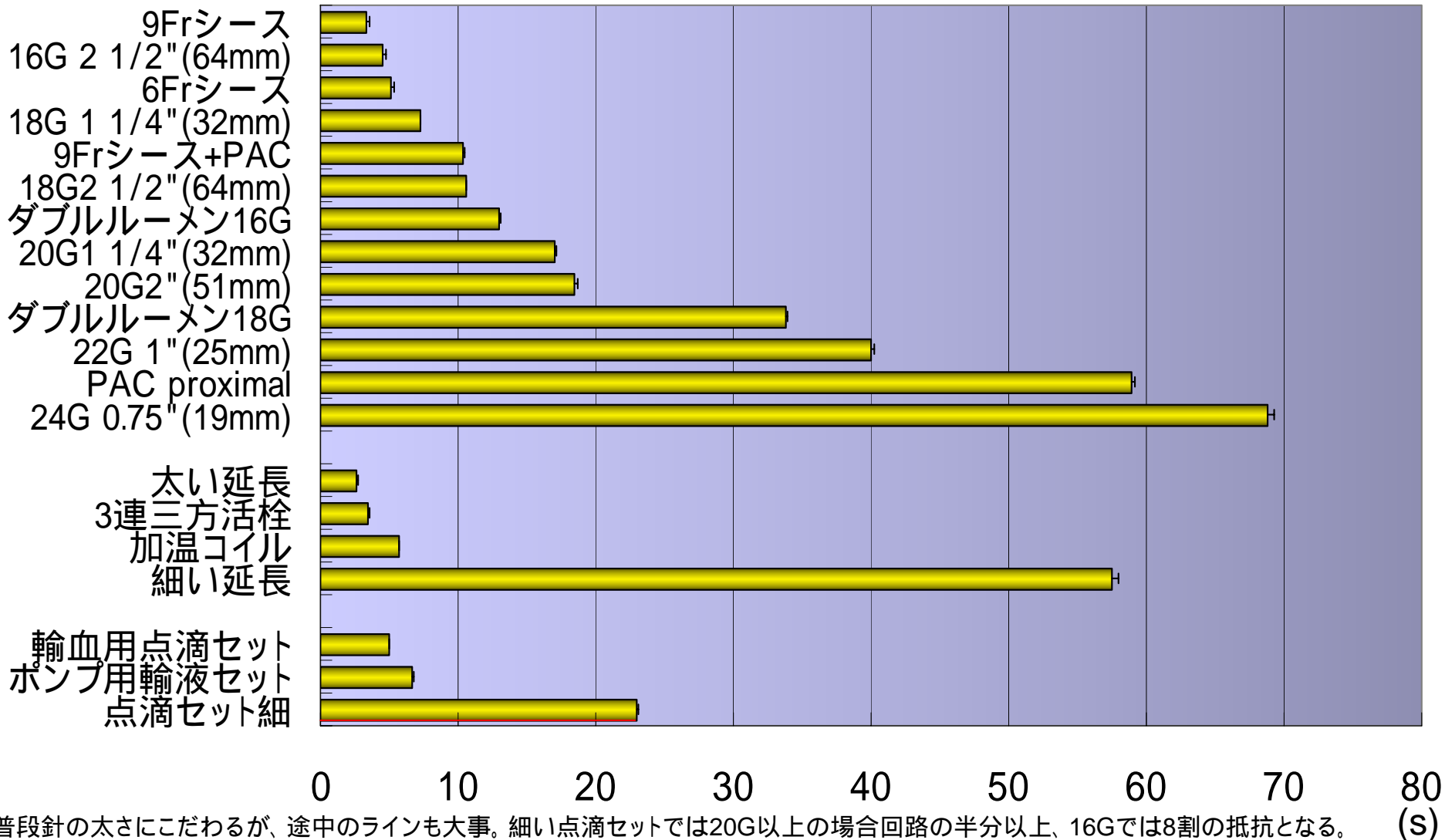
# 各カテーテル類 + 輸液用ポンプセットの滴下秒数



- 1 . いざというときは輸液ポンプセット + 9Frシースが最も早い。
- 2 . 最近癒着胎盤で6Frシースを使用することがあったが、これは意味がない。長い分、効果相殺。16Gでよい。
- 3 . PAC + 9Frシースのラインも意外とよくおちる。
- 4 . ダブルルーメンの16Gと18G白差が大きい。CVカテは太いが、長いのでダメ
- 5 . 出血予想症例で細い延長を入れるのは論外
- 6 . 針が太いときは回路全体の中では差はそれほどではない。しかし、20Gと22Gは大きな差があるので、輸血が必要なときはやはり20G以上のものが望ましい。逆に言うと22Gなら2本とってようやく20G分となる。



# 各カテーテルと輸液回路単独の 滴下秒数 (- 6.7s)



- ・ 普段針の太さにこだわるが、途中のラインも大事。条件によっては回路抵抗の半分以上を占める。
- ・ 血管の性状も影響するので、中心静脈に留置するものは、この結果以上に有利であろう。

# 考察

- 輸液セット(細)内径約2mm、  
輸液ポンプ用点滴セット内径3.5mm

$$2^4 = 16$$

$$3.5^4 = 150$$



- ポンプ用輸液セット + 太い延長 +  
9Frシース or 16G留置針

20mlが12.5秒で滴下する計算になるので、5%アルブミン製剤250mlを点滴台2倍の高さで入れれば、約2.5分で1本、10分で800ml出ても楽々対処できる

# どちらがよく落ちる？



$$Q = P \times \left( r^4 / 8 \mu L \right)$$

$$20G \times 1 1/4 : 0.8^4 / 8 \mu \times 32$$

$$= 0.4096 / 8 \mu \times 32$$

$$= 0.0016 \mu$$

(内径0.8mm、カテーテル長32mm)

VS

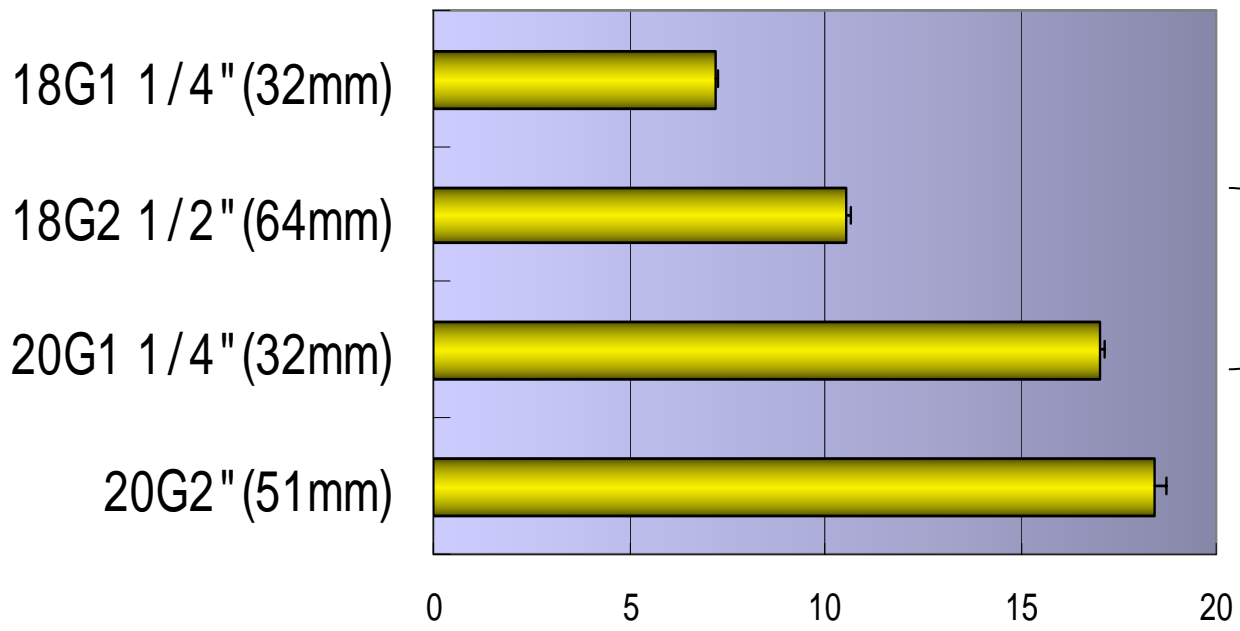
$$18G \times 2 1/2 : 0.95^4 / 8 \mu \times 64$$

$$= 0.8145 / 8 \mu \times 64$$

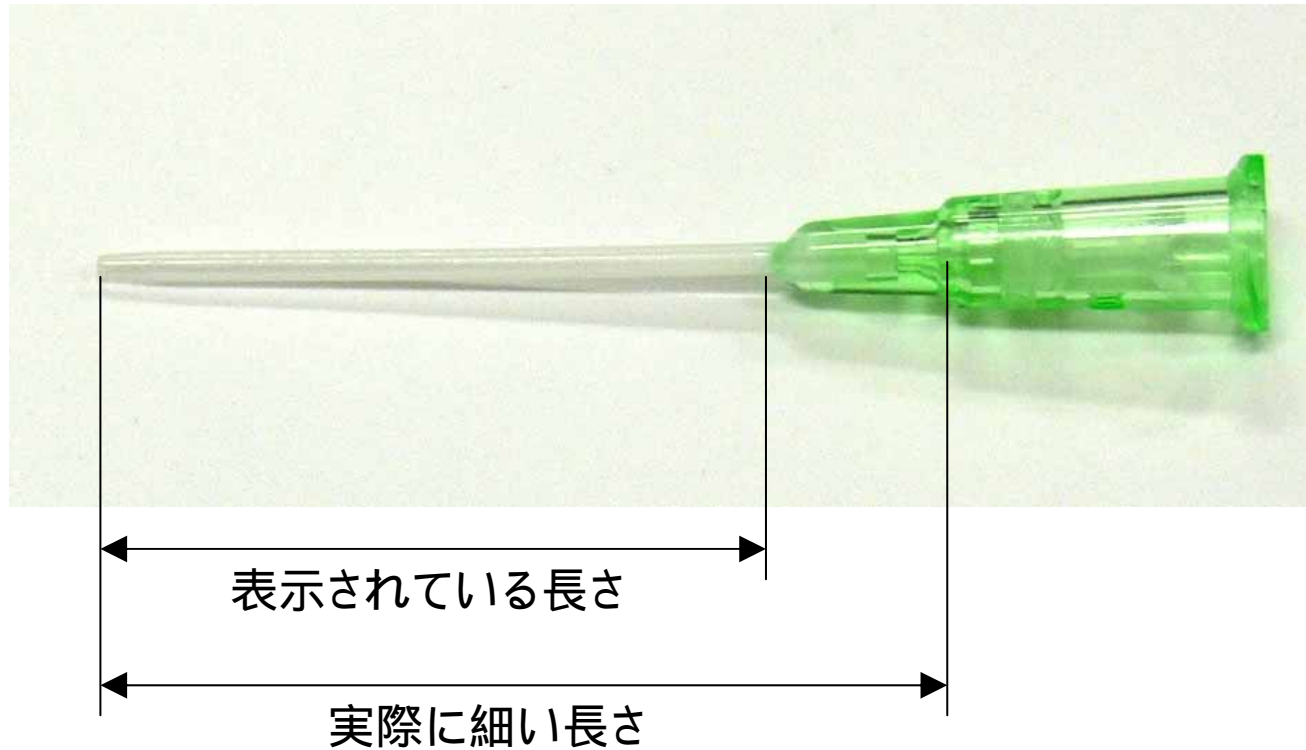
$$= 0.00159 \mu$$

(内径0.95mm、カテーテル長64mm)

A: 理論上はほぼ同じ



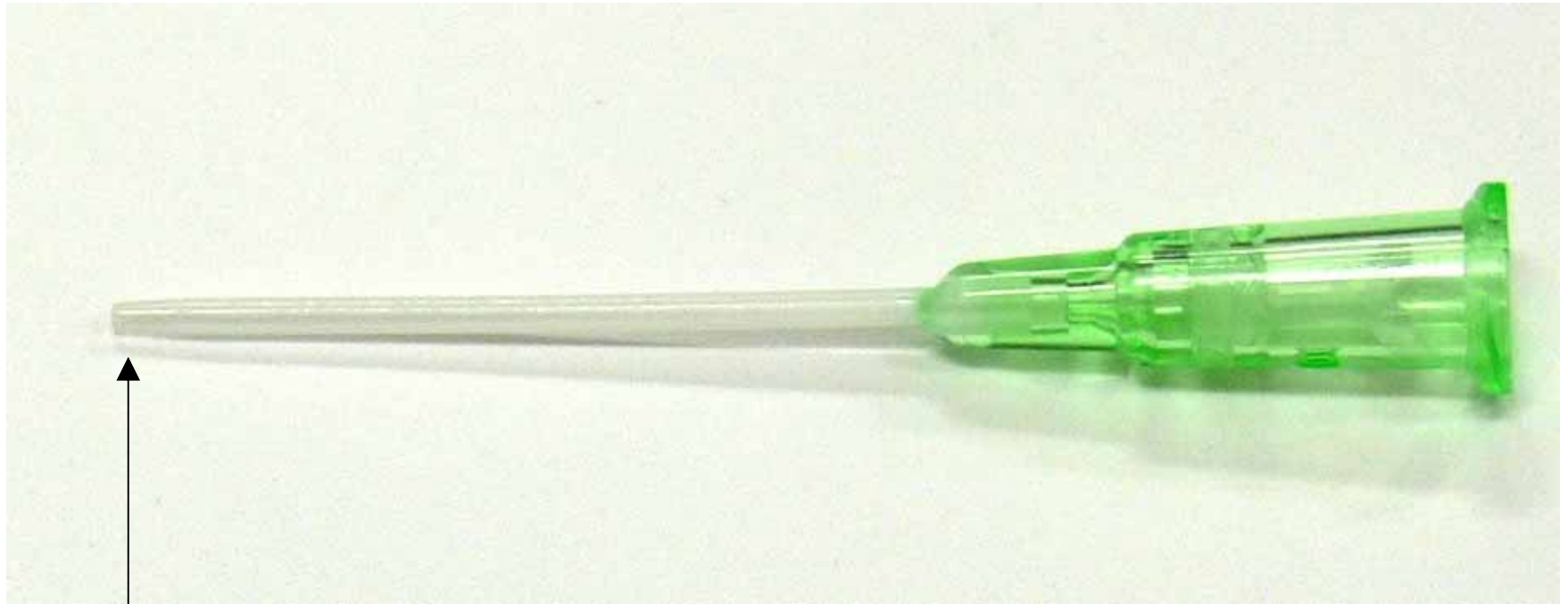
理論上同じはずが...



20G × 11/4 カテーテル長: 表示32mm / 実測 38mm  
18G × 21/2 カテーテル長: 表示64mm / 実測 71mm

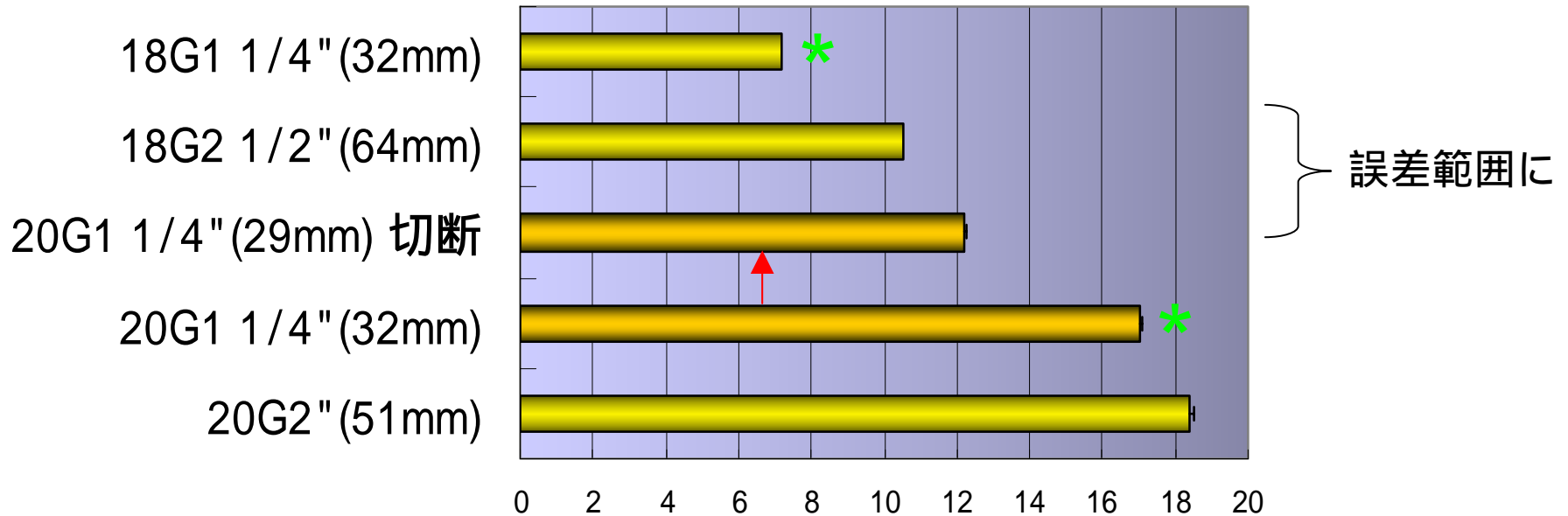
半径の影響はほぼ2倍なので  $38 \times 2 = 76$   
長さの影響は1割にも満たない

# 実験2



先端が細いのが影響しているのではないか？  
先端のみ切って測定

# 結果 2



先端が細いことでかなりの抵抗増加となっている

\* 長さ同じで、太さで2倍の関係だが、実測2.4倍となる。



# 結 語

- 普段カテーテルの太さに注意をはらっているが、輸液回路も速度に大きな影響を与えることを考慮する必要がある。
- 出血が予想されるときには、ポンプ用輸液セットを用いるべきである。
- カテーテルの流速は計算通りとならない