

→ 20a ヒラギノ明朝 (w/d)

15% (以下同)

『魔の3地点』の理解と対策

徳嶺 譲芳・中澤 春政・森山 潔
TOKUMINE, Joho・NAKAZAWA, Harumasa・MORIYAMA, Kiyoshi
杏林大学医学部 麻酔科学教室 10a 新沢

はじめに

なぜ左内頸静脈からの挿入を避けるべきなのか

右内頸静脈から挿入されている透析用のカテーテルが脱血困難であるため、左内頸静脈から新たに透析用カテーテルを挿入してもらいたいという依頼があったとしたら、どうしますか？ 結論を先に述べると、

「左内頸静脈からの透析用カテーテル挿入は、
可能な限り避けるのが賢明である」

となります。しかし、実際の臨床では、やむを得ず左内頸静脈から挿入しなければならないこともあります。そのような場合にまず検討すべき代替法に、次の二つがあります。

①感染のない右内頸静脈カテーテルの内腔から、無菌的にガイドワイヤーを挿入してカテーテルを入れ替える¹⁾

②すでに右内頸静脈に挿入されているカテーテルの周囲を十分に消毒し、カテーテルを損傷しないよう注意しながら、穿刺可能な部位から新たに挿入する

しかし、①の方法は、完全な清潔操作を維持することが難しいという問題があります。②の方法は、穿刺針で既存のカテーテルを損傷するリスクがあり、また穿刺部位が最適でない場合、例えば右内頸静脈でも鎖骨に近い部位から穿刺せざるを得ない場合には、機械的合併症の危険性が高まります。右内頸静脈穿刺を諦めて、大腿静脈穿刺にするとよいのではないかと考えますが、現実には厳しく、すでに大腿静脈にはほかの中心静脈カテーテルが挿入されていたり、血栓化しているといった顛末であることがしばしばです。

以上のような代替法を検討したうえで、それでもなお左内頸静脈からの透析用カテーテル挿入を行わざるを得ない場合の要点について、次の順で解説します。

- ・なぜ左内頸静脈からの挿入を避けるべきなのか
- ・合併症のメカニズム
- ・挿入時に注意すべき具体的対策

日本透析医学会のガイドライン（2005 年版）²⁾では、「留置は右内頸静脈アプローチがもっとも良い」とされ、「何らかの理由で不可能の場合、大腿静脈アプローチとする」と記載されています。一方で「鎖骨下静脈アプローチは避ける」と記載されています。その理由は、静脈の狭窄や閉塞、血胸や縦隔血腫、心タンポナーデなどのリスクが挙げられています。このガイドラインでは、穿刺部位の選択に関する記載はそれだけです。つまり、2005 年版の透析医学会のガイドラインでは、左内頸静脈アプローチは、その存在自体無視されていたのです。ところで、このガイドラインの改訂版である 2011 年版³⁾では、「患者の状況により左内頸も選択肢となる」という弱い推奨に変更になりました。いずれにせよ、左内頸静脈は好ましい穿刺部位ではありません。というのも、左内頸静脈穿刺では事故が多いからです。実際にどのような事故が起こっているのかみてみましょう。日本医療安全調査機構による『医療事故の再発に向けた提言 第 17 号』（以下、提言 17）⁴⁾の事例 14 と 22 を提示します（理解しやすいように、文章は適宜加えてあります）。

事例 14 70 歳代。膀胱癌術後に大量出血し、肝腎不全を併発したため血液透析が必要となった。右内頸静脈には中心静脈カテーテル (CVC)、右大腿動脈には脾動脈塞栓術で使用したシースが留置されており、さらに左鼠径部には血腫を認めた (左大腿静脈穿刺を試みた際にできた血腫)。

左内頸静脈からリアルタイム超音波ガイド下で穿刺を行った。ガイドワイヤーの挿入には抵抗を感じなかったが、カテーテルを20 cm進めても逆流は得られなかった。そこでカテーテルを10 cm引き戻したところ逆流が確認できた。しかし、その逆流を押し戻そうとすると強い抵抗があった。

投稿 ◆ 左内頸静脈からの透析用カテーテル留置における危険部位 10a
エグザ

図中 ネーム
 ・基本 $1/2 M$ 中 BBB ($10a$ 以下は、 $\square \Delta \sim M$)
 ・太くするネーム
 $1/2$ 太く $B10$ ($10a$ 以下は、 $\square \Delta \sim BB$)

$1/a \square \dot{\gamma} > DB(14)H$
 $1/a M \phi G BBB(\gamma X)$

◀ 図 1
胸頸部の血管走行
(文献 5 より, 改変)

a: 胸頸部正面像、左下の破線四角の拡大がb
b: ①左内胸静脈、②左心膜横隔静脈、③左上肋間静脈

74 $\xrightarrow{311}$ 100 $\xleftarrow{311}$

胸部X線撮影でカテーテルの胸腔内への迷入が判明し、血管損傷が疑われた。直後にショック状態となり、左胸腔にドレーンを挿入すると大量出血を認め、緊急開胸術を施行した。術中に心停止となったが、経皮的肺補助装置を挿入して閉胸した。翌日、出血が持続したため再開胸止血術を行い、左内胸静脈を結紮した。しかし、患者は穿刺から2日後に死亡。胸腔内出血の原因は、ガイドワイヤー迷入による左内胸静脈損傷と考えられた。

事例 22 70歳代。慢性腎不全で透析中。左内頸静脈に留置されていたカテーテルが脱血不良となり、血液浄化用カテーテルの再挿入が必要となった。超音波検査で右内頸静脈に狭小化を認めたため、右側からの挿入は断念した。

そこで、留置中のカテーテルにガイドワイヤーを挿入し、透視下で位置を確認した後にカテーテルを抜去した。ガイドワイヤー越しに新たなカテーテルを挿入しようとしたが挿入は難航した。造影検査でカテーテルは血管内に留置されていると判断され、逆血はスムーズではなかったが注入は可能であったため、透析回路に接続した。しかし脱血できず操作を中止した。

その後、動脈から脱血しカテーテルから返血する方法で透析を開始したが、直後に心肺停止となった。CTでカテーテルが無名静脈付近を穿通し、右胸腔内へ迷入していることが判明した。

翌日、開胸術を施行したところ約2Lの血腫が流出し、上大静脈壁の穿孔部と右肺損傷部を修復した。抗凝固療法を中止した後に脳梗塞を発症し、急変から約3か月後に死亡した。

事例 14 では左の血胸（おそらく血気胸）、事例 22 では右の血気胸が起きています。血気胸という致死の合併症が、左内頸静脈からの透析用カテーテル挿入で起こり得る。それが、左内頸静脈アプローチを選けたほうがいい理由です。

合併症のメカニズム「魔の3地点」

第1地点 $\sim 70\%$

事例14も事例22も、カーブを曲がりきれずに、車ごと崖から転落した事故に例えることができます。左内頸静脈穿刺での最初のカーブは、左内頸静脈と左鎖骨下静脈の合流点です。次のカーブは、左腕頭静脈と右腕頭静脈の合流点です。「なんだ、当たり前じゃないか?」と思われるかもしれませんが、実はカーブを曲がりきれない理由は、単にカーブが存在するからだけではありません。まず、第1のカーブである左内頸静脈と左鎖骨下静脈との合流部(左腕頭静脈)には、細い静脈の開口部が存在します (図1a)。それが、迷入のリスクに関係するのです。

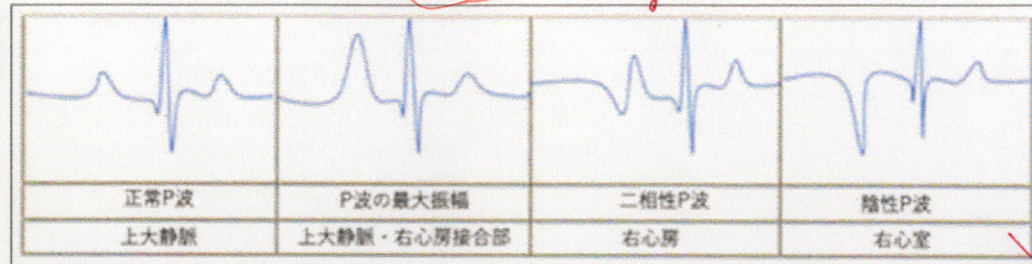
11.5a 大太 = B101 (以下同)

これらの静脈は、左内胸静脈、左心膜横隔静脈、左上肋間静脈です（図1b）。左内胸静脈は、胸郭の臓側を上行し左腕頭静脈に合流します。左心膜横隔静脈は、横隔膜から心膜に沿って上行し左腕頭静脈に合流します。左上肋間静脈は、第2～4の肋間静脈が合流し、左腕頭静脈に注ぎます。そして、左内頸静脈から挿入したガイドワイヤーの直進方向に、これら三つの静脈が開口しているのです。

さて、事例14ではガイドワイヤーが左内胸静脈に迷入したことが、胸腔内出血の原因と想定されましたが、本当でしょうか？

一般に、通常の中心静脈カテーテルのガイドワイヤーの

▶図5
心内心電図法での
カテーテル先端位置確認
(文献8より, 改変)



▶図6
上大静脈・右心房接合部の位置
(文献15より, 改変)

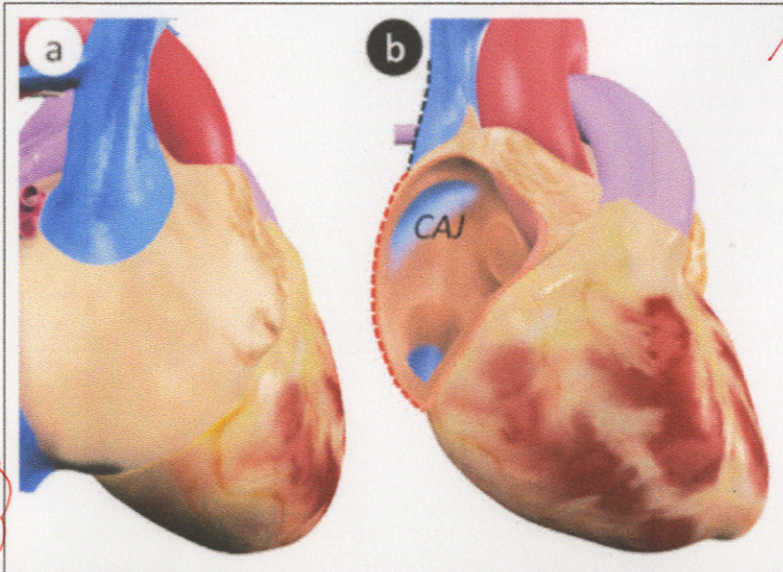
胸部X線画像の右第1号と第2号は、上大静脈と右心房の境目であるが、接合部は、広く楕円形で右房の中に開口している。このため、右第2号の上1/3までは、上大静脈の中と考えることができる。

a: 右側面像。上大静脈と右心房の接合部は、幅広い楕円形をしている。

b: 正面像。上大静脈と右心房の接合部は、右房の中に開口している。

黒破線: 胸部X線画像の右第1号

赤破線: 胸部X線画像の右第2号



針の選択 70%.

まず、透析用カテーテルの穿刺においては、短い針を使いましょう。ただ、これは透析用カテーテルに限ったことではありません。内頸静脈は左右とも約1 cm程度の深さに存在します。それを、数センチの長さの針で刺す理由がありません。短い針で十分届くからです。不必要に長いと、肺や縦隔まで届いてしまい危険です。日本では、2社が短い針を同梱した透析用カテーテルのセットを販売しています。

さて、提言17⁴⁾では、短いだけでなく、細い針が機械的合併症の低減に有効であると推奨しています。一般に、透析用カテーテルの穿刺針は、金属針で18 Gです(外筒針、つまりカニューラ針も同様に18 Gですが、カニューラの厚みのため外径は16 G程度に太くなります)。一方、短い針のメーカーの針は金属針で20 Gと細くなっています(外筒針も20 Gですが、カニューラの厚みのため外径は18 Gと同等)。

ガイドワイヤーの位置確認 70%.

頸三角の頂点から穿刺を行う場合、対象が成人だと短い穿刺針は鎖骨まで届きません。ですので、超音波で左内頸静脈の短軸象と長軸象の両方で、ガイドワイヤーの位置を鎖骨まで確認できれば、頸部での機械的合併症が致死状況に陥るこ

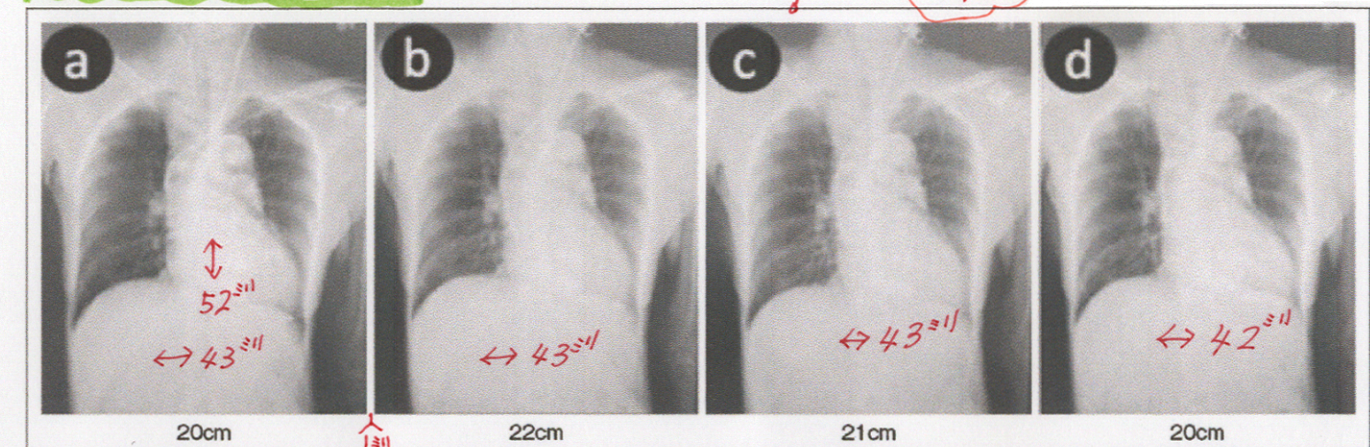
とを防げます¹¹⁾。また、外筒を根元まで挿入したい術者でも、短い針の外筒を深く挿入しても左腕頭静脈の細静脈まで届かないので安心です。時折、短い針だと穿刺できなかったというクレームが、当院のCVC委員会にも寄せられますが、その際はValsalva手技を上手に用いることを勧めています(Valsalva手技: 患者に大きく息を吸ってもらい、そのままお腹に力を入れてもらって、内頸静脈が怒張します)。

ダイレクターの使い方 70%.

提言17⁴⁾で解説されているように、「ダイレクター挿入時は過度な力を加えず、ガイドワイヤーに沿わせて滑らせるように進め、5 cm以内の挿入に留める」ことが重要です。

さて、ダイレクターを挿入した後、ガイドワイヤーがスムーズに動かかチェックする術者がいます。この時、ダイレクターを5 cm以上挿入していたら、ガイドワイヤーの出し入れが困難となります。なぜかという、ダイレクターを5 cm以上挿入することで、ダイレクターの先端が左腕頭静脈の壁に触れる可能性があるためです。ダイレクターの先端と静脈壁との間の狭い隙間を太めのガイドワイヤーが押し入れられる様子を想像してみてください。決してスムーズな操作にはなりません。術者が思い切ってガイドワイヤーをダイレ

▼図7 カテーテルの先端位置は変化する



クターの手元近くまで抜いて、再挿入するのを想像してみてください。ダイレクターの先端が左内頸静脈や左心膜横隔静脈の開口部に接していれば、長いカニューラの場合と同様、ガイドワイヤーはスムーズに、これらの細い静脈に挿入されてしまいます。ですから、ダイレクターの挿入では、慎重にダイレクターを進め(5 cm以内)、穿刺孔を広げます。そして、そのままダイレクターを抜けば問題ありません。

カテーテルの先端位置 70%.

カテーテルの先端位置は、「上大静脈の下1/3～右房の上1/3」が至適位置です^{12, 13)}。過去には、「カテーテルの先端は心膜翻転部より頭側に位置しなければならない」¹⁴⁾とする考えが主流でした。それは、心タンポナーデを回避するという点において、解剖学的に正しい考え方でした。しかし、透析用カテーテルは、この考え方が主流であった頃も、右房内に少し挿入したほうが良いとされていました。理由は、先端が右房内に入っていないと脱血不良で使用できないからです。さて、ここで、「この太くて硬いカテーテルを本当に右房の中に入れてもいいのだろうか?」という疑問が起きます。

12)

胸部X線画像の右房の上1/3は右心房内か?

話は変わりますが、末梢静脈挿入型中心静脈カテーテル(PICC)の先端を心内心電図法で確定する方法があります。心内心電図法とは、カテーテルのスタイレットの先端から心電図を拾い、その波形からカテーテル先端位置を探る方法で、カテーテル先端位置の確認のための胸部X線撮影は不要です。

心内心電図法(図5)によると、P波の最大振幅である上大静脈・右房接合部cavoatrial junction (CAJ)が、PICCのカテーテル先端位置として最も良いとされています。この最も良いというのは、カテーテルが血栓性閉塞を起こしたり、カテーテル留置後にカテーテルの先端が反転したりして、内

頸静脈やほかの静脈に迷入するなどの機能不全が最も起きにくいという意味です。この時、X線撮影をあえて行くと、カテーテル先端は、右房の上1/3近辺にあります。右房は胸部X線では、右の第2号です。では、右の第2号と上大静脈の右縁が接する部分が、上大静脈・右房接合部なのでしょう。実は、そうではないのです。上大静脈・右房接合部は、先に述べたように右第2号を3等分した上1/3の部分にあります。この矛盾を理解するには、上大静脈・右房接合部が立体的にはどのように存在するか理解する必要があります(図6)¹⁵⁾。

上大静脈・右房接合部のその他の指標として、気管分岐部の2椎体下に存在するという研究があります¹⁵⁾。そして、その位置は、多くの場合、胸部X線の右第2号の上1/3近辺に位置します。つまり、「上大静脈の下1/3～右房の上1/3」という基準は、正しくは、「胸部X線で、上大静脈右縁の下1/3～右第2号の上1/3」と理解すべきです。では、透析用カテーテルの先端位置の下端はどこに置いたらいいのでしょうか? 脱血を十分に行うには、上大静脈・右房接合部近辺が良いでしょう。そこなら、収縮のたびに動く右房壁にも、カテーテル先端がぶつかるという心配はほとんどないはずですが。

第3地点 70%.

さて、ちょうどいいと思った位置にカテーテルを留置したとしても、それが、本当に正しいかどうか分からないというのが最後の問題点です。なぜなら、カテーテルの先端位置は変化するからです。それは、先に説明した呼吸⁶⁾や体動⁷⁾に伴う動きのことではありません。図7を見てください。左内頸静脈から透析用カテーテル(有効挿入長25 cm)を挿入しました。図7aがそれで、カテーテル挿入長は20 cmです。カテーテル先端位置は、気管分岐部のレベルにあります。これでは脱血不良になると考え、さらに2 cm挿入しました(図7b、総挿入長22 cm)。ところが、2 cm挿入したはずが、

数センチ挿入したかのように深くなりました。このため、1 cm 抜去したところ、1 cm 程度短くなりました (図 7c)。そこでさらに、1 cm 抜去するとさらに 1 cm 程度短くなりました (図 7d)。これで、カテーテル先端は、気管分岐部より 2 椎体半ほど深くなり、上大静脈・右房接合部付近に留置できました (カテーテルは、少しだけ右房に入っていると思われるが、これ以上抜くとカテーテル先端が体動などで動いた時、先端が上大静脈の右縁に当たる可能性が出てくるため、この位置に留置しました)。しかし、よく考えると、挿入長は図 7a と図 7d は同じ 20 cm です。そうです、ここでも、第 2 のカーブをうまく曲がりきれなかったカテーテルが、上大静脈の右縁を押して留置されていたのです。

まとめ

左内頸静脈から透析用カテーテルを挿入する際には、解剖学的構造に起因する特有のリスクが存在する。特に以下の三つの部位 (いわゆる「魔の 3 地点」) で注意が必要である。

第 1 地点：左内頸静脈が左腕頭静脈に合流する部位。この部位ではカテーテルが誤って迷入する危険がある。

第 2 地点：左腕頭静脈が上大静脈に移行する部位。カテーテルが上大静脈右縁を強く圧迫しやすく、血管損傷のリスクが高い。慎重な操作が求められる。

第 3 地点：カテーテル先端の留置位置。透析用カテーテルは機能不全を防ぐため、上大静脈と右房の接合部付近に先端を留置するのが望ましい。胸部 X 線では「右第 2 弓の上 1/3」、または「気管分岐部より約 2 椎体下」がその位置に相当する。

合併症を防ぐための対策

- 代替法を検討する：**左内頸静脈からの挿入はリスクが高いため、可能であればほかの経路を優先する。
- やむを得ず左から挿入する場合：**穿刺には細く短い針 (例：20 G より細い短針) を使用し、血管損傷を最小限にする。
- 第 1・第 2 地点の安全な通過：**迷入や静脈壁への圧迫を常に意識し、慎重にガイドワイヤーを進める。透視が使用可能な環境では透視下操作を推奨する。迷入が疑われた場合は、CT などでもカテーテル先端位置を確認する。
- 第 3 地点での留置操作：**カテーテルは予定挿入長より約 2 cm 深く挿入し、その後 2 cm 引き戻して所定の位置に調整する。留置後は X 線または透視で先端位置を確認する。
- 最適なカテーテル先端位置：**透析を安定して維持するため、カテーテル先端は上大静脈・右房接合部 (右第 2 弓の上 1/3、または気管分岐部より 2 椎体下) に位置させる。

謝辞：本稿執筆にあたり、枝長 充隆 先生 (札幌医科大学医学部麻酔科学講座) に貴重な意見をいただいた。ここに感謝の意を表する。

文 献

- O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, et al. Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-Related Infections, 2011. Centers for Disease Control and Prevention. 2011. (<https://www.cdc.gov/infection-control/guidelines/bsi/index.html>) (2025 年 8 月 15 日閲覧)
- 日本透析医学会．2005 年版 慢性血液透析用バスキュラーアクセスの作製および修復に関するガイドライン．第 5 章 (1) 短期型バスキュラーカテーテル留置．日透析医学会誌 2005 ; 38 : 1513-6.
- 日本透析医学会．2011 年版 慢性血液透析用バスキュラーアクセスの作製および修復に関するガイドライン．日透析医学会誌 2011 ; 44 : 855-937..
- 日本医療安全調査機構．医療事故調査・支援センター．医療事故の再発防止に向けた提言 第 17 号．中心静脈カテーテル挿入・抜去に係る死亡事例の分析—第 2 報 (改訂版)—．2023 年 3 月． (<https://www.medsafe.or.jp/teigen/teigen17comp.pdf>) (2025 年 8 月 15 日閲覧)
- Kohyama T, Fujimaki K, Sasamori H, et al. Inadvertent catheter misplacement into the subclavian artery during ultrasound-guided internal jugular venous catheterization : a case report. JA Clin Rep 2023 ; 9 : 58.
- Pan PP, Engstrom BI, Lungren MP, et al. Impact of phase of respiration on central venous catheter tip position. J Vasc Access 2013 ; 14 : 383-7.
- Vesely TM. Central venous catheter tip position: a continuing controversy. J Vasc Interv Radiol 2003 ; 14 : 527-34.
- Marino PL, Sutin KM. Section III Vascular Access. Chapter 6 Establishing venous access. In : The ICU Book. 3rd ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2007 ; 107-28.
- ■ 著者名 ■ ■ . ■ ■ 章名 ■ ■ . In: Lanocita R, Lamperti M, eds. Practical Guide to Central Venous Cannulation. Cham : Springer Nature Switzerland AG ; 2025; 00-00.
- 日本麻酔科学会 安全委員会 安全な中心静脈カテーテル挿入・管理のための手引き改訂 WG. 安全な中心静脈カテーテル挿入・管理のためのプラクティカルガイド 2017. 2017 年 6 月改訂． (https://anesth.or.jp/files/pdf/JSA_CV_practical_guide_2017.pdf) (2025 年 8 月 15 日閲覧)
- Wakabayashi R. Availability of ultrasound imaging of a guide-wire parallel to the vein during internal jugular central venous catheter placement. Sci Rep 2021 ; 11 : 24280.
- Pittiruti M, Lamperti M. Late cardiac tamponade in adults secondary to tip position in the right atrium : an urban legend? A systematic review of the literature. J Cardiothorac Vasc Anesth 2015 ; 29 : 491-5.
- Pittiruti M, Hamilton H, Biffi R, et al. ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition : central venous catheters (access, care, diagnosis and therapy of complications). Clin Nutr 2009 ; 28 : 365-77.
- Stonelake PA, Bodenham AR. The carina as a radiological landmark for central venous catheter tip position. Br J Anaesth 2006 ; 96 : 335-40.
- Baskin KM, Jimenez RM, Cahill AM, et al. Cavoatrial junction and central venous anatomy : implications for central venous access tip position. J Vasc Interv Radiol 2008 ; 19 : 359-65.