

D-Care Vol.19

Oct 2021

安全な胸腔穿刺を目指して

東北大学病院

総合外科 講師／医療安全推進室 GRM

西條 文人先生



胸腔穿刺に関する事故

医療事故調査・支援センターからの提言を中心に

2020年11月一般社団法人 日本医療安全調査機構（医療事故調査・支援センター）より胸腔穿刺に係る死亡事例の分析（以下、事故調センター分析）が報告されました。医療事故を検討する際に重要なことが、6つの診療ステップで、診察、検査、IC、処置、管理、記録です。特に処置に係る事故は、病態変化が急であり、因果関係が直接行った処置であることが多いため、事故調査の対象になると予想されます。

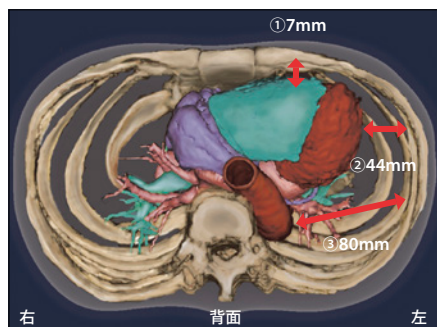
胸腔穿刺は、何らかの疾患によって引き起こされた胸水や気胸に対し、治療や診断のために行われます。特に緊張性気胸、外傷性血気胸、自然気胸、胸水、膿胸、乳び胸などにより、胸腔穿刺やドレナージが遅れるとショックから死に至ることもあります⁽¹⁾。胸水、気胸などの確認はレントゲン検査や超音波検査が行われ、その後、胸腔穿刺ドレナージを行うICを行います。当然ながら、不十分なICには大きなトラブルにつながる可能性があるため重要です。

処置もしくは管理が大きな問題に繋がりがやすい部分です。侵襲的処置は、知識や手技としてのテクニカルスキルとチーム医療として重要なコミュニケーションなどのノンテクニカルスキルが事故を予防する上で重要です。

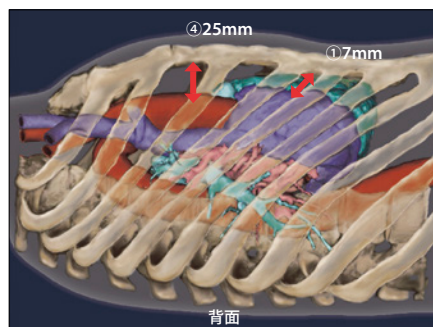
医療事故調査・支援センターでは、9例報告されており、出血による事例が8例、皮下気腫・縦郭気腫による事例1例です。心臓・大血管損傷は、5例報告されており、そのうち4例は左からのアプローチです。死亡までの時間は、1時間後2例、8時間後1例、16時間後1例と多くの症例で処置後の急激な状態変化が報告されており、大変な状況であったことが想像されます。侵襲的処置である胸腔穿刺前には、必ず解剖を確認する必要があり、CT画像や超音波などで、穿刺部位、穿刺距離、重要臓器との位置関係を確認する必要があります。事故調センター分析では、解剖の確認を提言1に記載されており、特に左胸腔への穿刺での心臓や大動脈損傷は注意が必要です。肋間動脈は、肋骨角より正中寄りでは肋間隙を走行し、下枝が肋間隙を前下方に向かって走行するため、肋骨角より正中寄りの穿刺は肋間動脈損傷のリスクがあります⁽²⁾。穿刺時における解剖の知識と症例毎の確認がより安全性を高めます⁽³⁾。

身長157cm、体重45kg、BSA(体表面積) 1.40m²、心不全、心拡大のない女性

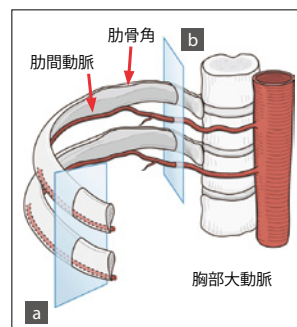
横隔膜面からの像



右側面からの像



肋間動脈の走行(イメージ)



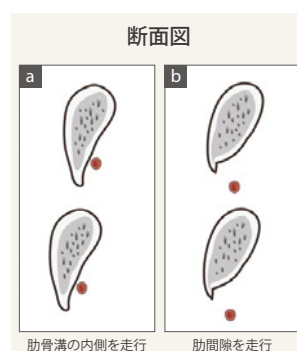
上記一例の場合

- ① 胸郭から右心室まで7mm
- ② 前腋窩線から左心室まで44mm(直線距離)
- ③ 後腋窩線から胸部下行大動脈まで80mm(直線距離)
- ④ 胸骨から上行大動脈まで25mm

■ 右心室、肺動脈 ■ 左心室、大動脈 ■ 上大静脈、右心房 ■ 左心房

医療事故の再発防止に向けた提言第12号(胸腔穿刺に係る死亡事例の分析)

一般社団法人 日本医療安全調査機構(医療事故調査・支援センター) 2020年11月⁽³⁾



穿刺方法の注意点

穿刺部位が決まったら、穿刺方法とデバイスの選択が重要です。もっともテクニカルスキルが求められるところです。

通常の胸腔穿刺では、部位は第4-6肋骨中腋窩線上を選択することが多いと思います。穿刺部位からしっかり局所麻酔をしながらか針を肋骨上縁に沿って進んでいきますが、壁側胸膜を超え胸水が引ける胸腔までの距離を確認する必要があります。ドレーンを挿入する際にこの距離を超える必要があるときは注意が必要です。胸腔穿刺は筋肉などを貫くため抵抗感があり、勢い余って深く穿刺してしまう恐れがあります。皮膚から胸腔までの抵抗をなるべく減らし穿刺する必要があり、そのため皮膚切開を小さくなり過ぎないようにする必要があります。後で空気が漏れないようにとの思いから、小さい皮膚切開で行うと穿刺時に抵抗があり微妙な力加減が難しくなります。ついで、皮下組織の剥離も適切な太さの直ペアン鉗子なども用いて壁側胸膜手前まで行くと抵抗を減らすことが可能となります。直ペアン鉗子での剥離は穿刺のイメージをつけることにも役立ちます。

当院での2018年4月から2021年3月までの胸腔穿刺ドレーナージに関するインシデント報告は28件で、そのうち穿刺に関するものは3例、管理に関するものは25例でした。

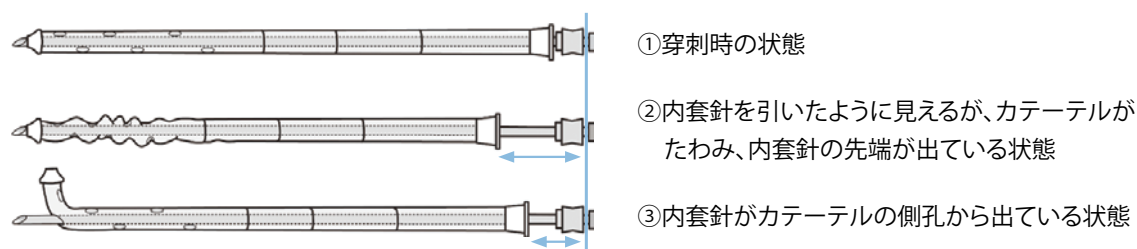
穿刺に関する1例目は、両側の胸水をドレーナージする目的に穿刺吸引のみ行いました。その際に肺挫傷で気胸を併発した事例でした。2例目は左胸水をドレーナージする目的で挿入したドレーナージチューブが腹腔内に誤挿入されていた事例がありました。実は3例目も同様で腹腔内に入ってしまった事例でした。その他にも右胸腔穿刺による肝損傷の報告もあり、右でも臓器損傷があることが報告されていますので注意が必要です⁽⁴⁾。かなり昔の経験症例で詳細は記憶が薄れてしまっていますが、以前、勤めていた病院で、左胸腔穿刺を行う目的で胸腔ドレーンを挿入した後でCT撮影したら、脾臓を貫いていたと相談されたことがありました。この時は、急遽、主治医、放射線科、消化器外科で議論しました。超音波、CTで腹腔内出血が認めず、血圧などのバイタルサインも安定していたため、数日待って抜去することとしました。主治医は抜去する際にヨード化ケシ油脂肪酸エチルエステル注射液を詰めながらゆっくり抜去しましたが、出血もなく事なきを得た症例を経験しました。放射線科医はIVRを準備し、消化器外科医チームは手術での止血もしくは脾摘出まで準備してのことでした。非常に多くのスタッフが緊張したことを覚えております。IVRも手術も出番はありませんでしたが、いろんなことを想定して準備できたことはよかったかもしれません。

胸腔穿刺による事故がどのくらいあるかレビューした論文によると、全体として19%合併症があり、挿入時合併症15.3%、位置による合併症53.1%、抜去による合併症16.2%、感染/免疫学的合併症14.8%、機能不全0.6%と報告されております⁽⁵⁾。この数字を少しでもゼロに近づけるべく努力を求められていると思います。

ところで、本邦では胸腔穿刺における超音波ガイド下穿刺はどのくらい普及しているのでしょうか？中心静脈カテーテル穿刺における超音波ガイド下穿刺は最近10年でかなり普及しました。古い論文ですが、胸腔穿刺による気胸の合併症は超音波ガイドで行うとリスク7割減であったと報告されております⁽⁶⁾。また、リアルタイム超音波ガイド下胸腔穿刺は、合併症1.2%と低率で安全な手技であり、PaO₂/FiO₂ ratioを改善させるという報告もあります⁽⁷⁾。超音波ガイド下で横隔膜を確認し、胸腔なのか腹腔なのか確認すれば上記の如く腹腔内誤挿入を減らし、また、動脈損傷や肺損傷も減らすことができると思います。

次にデバイスに関してですが、穿刺目的に応じてカテーテル径、長さを選択する必要があります。胸腔穿刺に多く用いられているドレナージチューブにアスピレーションキットがあります。穿刺する針とチューブの段差があり、先ほど述べた抵抗がトラブルの原因の1つになっていると思われます。また、チューブの弾力により少し伸び縮みすることや抵抗のためカテーテルが曲がり、カテーテル側孔から針先がでる現象もデバイスの特徴として挙げられております。

柔らかいカテーテルの状態(イメージ図)



医療事故の再発防止に向けた提言第12号(胸腔穿刺に係る死亡事例の分析。

一般社団法人 日本医療安全調査機構(医療事故調査・支援センター)2020年11月⁽³⁾)

この対策として、体位により安全な穿刺スペースを確保することや、超音波、透視などリアルタイムの画像観察下で行うこと、ガイドワイヤを用いたデバイスを用いるなどが考えられます。

穿刺前の適応のアルゴリズムから穿刺手技、超音波穿刺などについてイギリスでガイドラインが出ておりますので参考にしていたいただければと思います⁽⁸⁾。

穿刺後の管理対応も重要です。当院の管理に関するインシデントは、事故抜去、吸引圧設定ミス、ドレナージチューブのクランプや接続エラーでした。これらも重大な事故につながる可能性がありますので注意が必要なことは言うまでもありません。

その際に特に求められることが、ノンテクニカルスキルであるチーム医療として患者-医師-看護師の情報共有です。定型的な申し送りのみでなく、患者特有のリスクファクター、穿刺手技中に懸念されたこと、ドレーンの接続、三方活栓、クランプの取り扱い、吸引設定、ドレーンからの出血時、皮下気腫出現時の対応、注意すべき観察事項、いつもと異なることなど、確実に申し送ることが重要です。

以上のことを踏まえ、シミュレーション教育が大事だと思います。現在、東北大学スキルスラボでの、胸腔穿刺のシミュレーション教育はあまり活発な活動はされておられません。胸腔穿刺シミュレータには超音波ガイド下穿刺できるものがあり、今後、活用を検討していきたいと思います。

今回の事故調センター分析と、このレターを参考にいただければ幸いです。

1. 太田祥一 鈴昌, 西川正憲. 胸腔穿刺およびドレナージ. 日内会誌. 2013;102:1243-7.
2. Helm EJ, RN, Talakoub O, Fox DL, Gleeson FV. Course and variation of the intercostal artery by CT scan. Chest. 2013;143 (3):634-9.
3. 一般社団法人 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12号 胸腔穿刺に係る死亡事例の分析. 2020年11月
4. Serji B, Mirali H, Chablou M, Kamaoui I, El Harroudi T. Liver injury secondary to chest tube placement: a case report of conservative management and review of literature. Clin Case Rep. 2018;6 (1):45-8.
5. Hernandez MC, El Khatib M, Prokop L, Zielinski MD, Aho JM. Complications in tube thoracostomy: Systematic review and meta-analysis. J Trauma Acute Care Surg. 2018;85 (2):410-6.
6. Gordon CE F-KD, Balk EM, Smetana GW. Pneumothorax following thoracentesis: a systematic review and meta-analysis. Arch Intern Med. 2010 170 (4):332-9.
7. Rodriguez Lima DR, Yepes AF, Birchenall Jimenez CI, Mercado Diaz MA, Pinilla Rojas DI. Real-time ultrasound-guided thoracentesis in the intensive care unit: prevalence of mechanical complications. Ultrasound J. 2020;12 (1):25.
8. Havelock T, Teoh R, Laws D, Gleeson F, Group BTSPDG. Pleural procedures and thoracic ultrasound: British Thoracic Society Pleural Disease Guideline 2010. Thorax. 2010;65 Suppl 2:i161-76.

胸腔ドレーン留置手技について

東北大学病院
心臓血管外科 助教
鈴木 智之先生



胸腔ドレナージでは、対象が胸腔内の空気なのか液体なのかに分かれますが、空気はもちろんのこと、漿液性の胸水であれば細径のカテーテルにて十分にドレナージが可能です。ここでは、胸水ドレナージの場合を中心に解説したいと思います。

当院では、内套管とカテーテルがセットになっており、カテーテルをダイレクトパンクチャー法で留置する①トロッカー アスピレーション キット (以下、TAK) 及びカテーテルをセルジンガー法 (ガイドワイヤ法) で留置する②アスピレーション セルジンガーキット (以下、ASK) の2種類を用いています。

比較的胸腔内にスペースがあり、カテーテルを穿刺部より離れたところまで留置する必要のない場合は、TAKの方がシンプルに穿刺できます。スペースがあまり広くない場合や、カテーテルを背側や離れたスペースまで送り込みたい場合は、ASKが安全で確実ですが、ガイドワイヤ操作をするための清潔野はより広く確保する必要があります。

いずれにしても、細径であることから肋間の剥離の必要がなく、抗凝固状態にある患者さんにも比較的安全に挿入できる点が大きな利点となります。

まずは、TAKを用いた胸腔ドレナージの手順を紹介します。

1. 穿刺前にエコーで確認及びマーキング

穿刺は座位または仰臥位など適切な体位とし、臥位の場合は患側上肢を挙上させます。いずれの場合もエコーで穿刺部位、方向、深さを確認し、周囲の臓器を損傷することなく穿刺できるポイントにマーキングします。事故調センター分析にある死亡事例9例のうち、5例は心臓・大血管への穿刺に至っており、事前に臓器と胸水貯留部位などの位置関係を確認することは大事なポイントとなります。

座位の場合は第5から7肋間背側胸郭中線などのエコーで横隔膜の位置を確認します。仰臥位で胸水を穿刺する場合は第4～5肋間中腋窩線などから頭側あるいはやや背側に向かって穿刺します。

座位の方が少ない胸水でも穿刺スペースは確保しやすいですが、特に左背側から穿刺する場合は下行大動脈から十分な距離をとる必要があります。



2. 局所麻酔

皮膚の刺入部は胸膜刺入部よりやや足側を目安にし、十分な浸潤麻酔を行います。これによって、皮下でシールができ、カテーテル刺入部からの液体や空気の流出入を防ぎ、カテーテル抜去後の胸膜穿刺部のシールもより確実となります。

肋間動静脈は肋骨下縁を走行しているので、肋骨上縁に沿うように肋間筋から壁側胸膜までカテーテル留置予定部位の十分な浸潤麻酔を行います。壁側胸膜は痛みを感じるので、胸膜付近も十分に麻酔を浸潤させます。

麻酔をしながら、試験穿刺をして胸水や空気が引けることを確認し、穿刺予定部位で針の角度、深さを確かめておきます。

3.穿刺からカテーテルの留置

皮下経路をペアンで作成し、鈍的にカテーテルを挿入する方法もありますが、ここではカテーテル自体による穿刺法を紹介します。

皮膚切開は皮膚割線に沿ってカテーテルの太さよりやや大きめの皮膚切開を行います。

TAKIは穿刺針（内套針）とカテーテルがセットになっています。穿刺針が深く入り過ぎ、臓器損傷をきたしたという報告もあり、胸膜を刺入する際には、必ずカテーテルを持った手と反対側の手でストッパーをかけ、穿刺針が深く入り過ぎないようにします。この時、試験穿刺で確認した深さを参考にします。深さが分かっても、抵抗がある場合には力が入り、急に針が奥まで刺入することがあるので、真皮を皮下組織までしっかり切って抵抗のない状態を作っておくことが肝要です。

カテーテルは先端及び側孔が胸腔内に十分に存在するように余裕をもって挿入します。胸水の場合には、カテーテルを胸腔の背側に挿入した方が効率が良いので、皮下経路も皮膚切開部分からやや背側に向かって胸膜に進めます。

カテーテルが胸腔内に入っていれば、陰圧をかけてみて、空気あるいは胸水が抵抗なく引けます。これが確認できなければ胸腔内に入っていない可能性があるため、再度挿入し直します。

穿刺針で周辺臓器を損傷するおそれがあるため、カテーテル先端が胸腔内に入ったら、穿刺針を少し引き込んだ状態でカテーテルを進めていく事がポイントとなります。また、皮下組織が厚い場合や皮膚が伸展しやすい患者の場合、皮膚で固定しても皮下組織内でカテーテルが抜けてくることもあるので、その分を考慮して余分に挿入するようにします。



4.吸引・排液操作

用手的に排液を確認する・促す際はカテーテルと延長チューブおよびアスピレーションバルブを接続し、更に排液チューブを接続した上でロック付きシリンジをアスピレーションバルブのY型部分に装着します。アスピレーションバルブには逆止弁が2つ付いており、シリンジをパンピングすると吸引と排液が容易に行えます。

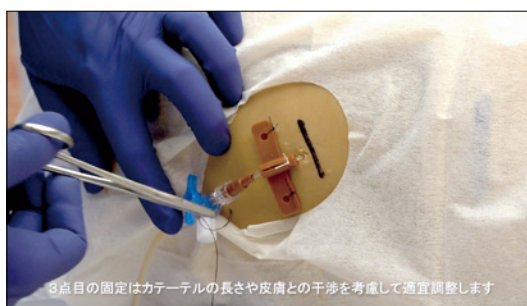
排液バッグに接続してドレナージする場合や、低圧持続吸引器または水封式の排液ボトルに接続する場合は排液チューブのバブル（ふくらみ）をカットして接続します。胸腔ドレーンと接続するため、持続的に排液する際は原則として水封管理ができる器具を使用します。また、アスピレーションバルブがついたままだと吸引異常が発生し、緊張性気胸となる恐れもあるため、持続吸引あるいは自然排液を行う場合は必ずアスピレーションバルブを外します。



5.ドレーンの固定

カテーテルに引張力が加わった場合に破断するおそれがあるため、カテーテルの固定は、セットの固定翼を使用します。固定翼の切込み部分でカテーテルを挟み込み、溝に縫合糸を二重～三重巻きに掛けて、カテーテルと固定翼をしっかりと固定します。そして、固定翼の2つの孔を通して皮膚と固定翼を縫合糸で固定します。皮膚とカテーテルの固定は3点以上の固定が必要と考えているため、最後にカテーテルのハブ付近の溝を利用するなどして皮膚固定を行います。

固定後に胸部X線写真でカテーテルの位置を確認します。



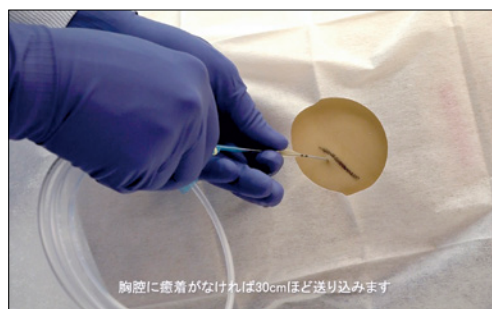
6.その他

排液の速度をローラーランプでコントロールする際は、排液チューブのコネクタから約5cmの範囲で行います。コネクタから離れるほどチューブが太くなり操作が難しくなるためです。また、一時的に排液を止める場合は、ローラーランプと延長チューブのクランプの両方を使用しています。

3. 穿刺からカテーテルの留置

ASKはセルジンガー法(ガイドワイヤ法)でカテーテルを留置できるキットです。プラスチックカニューラ針又はセルジンガー針を目的部位に穿刺します。内針を抜去したカニューラ又はセルジンガー針にガイドワイヤを挿入し、目的部位に留置した後、カニューラ又はセルジンガー針を抜去します。内針を抜去してガイドワイヤを挿入する際、胸水が自然流出することが多く、それが確認にもなりますが、内圧の状態によっては吸気時に空気が吸い込まれることもあります。

ガイドワイヤは胸腔に癒着がなければ30cmほど送り込みます。刺入部位に2〜3mmほどの小切開を加え、ガイドワイヤに沿ってダイレータを挿入し、刺入部位を拡張します。ダイレータを抜き、スタイレットを装着したカテーテルをガイドワイヤに沿って目的部位に留置します。カテーテルを側孔を超えてなおかつ十分な深さまで抵抗なく留置したら、ガイドワイヤとスタイレットを抜去します。穿刺針やダイレータを抜く際に、ガイドワイヤが抜けないように少し押し込む感覚で操作をします。



※エコーガイド法

局所麻酔を行いながら、プローブを穿刺部直上で肋骨走行にほぼ直行にあて、針全体を確認しながら試験穿刺を行います。胸腔に針の先端が入ったら、引き戻しながら局所麻酔を追加します。同様に穿刺部の直上にエコープローブを長軸で当て、肋骨上縁を確認しながらプラスチックカニューラ針又はセルジンガー針を刺入し、針全体を見ながら胸腔内への穿刺を確認します。In Plane法つまり長軸エコーでの穿刺はエコーの薄い走査線(ビーム)に針が入っていないとモニターに描出されません。少し針を刺したら、針がビーム内にあることを途中止まりながら確認し、少しずつ穿刺していきます。バックフローを確認した後、ガイドワイヤを挿入します。胸水であれば、挿入後にガイドワイヤをエコーで確認することができます。



プローブを刺入点のすぐ脇におく方法(Out of Plane法)もあり、この場合は針全体を描出することはやや困難になりますが、針先を追って確認することは可能です。

エコーガイドはより確実な方法ですが、エコー画像のみに集中することなく、バックフローの有無や角度、深さなど手元の状態や感覚をおろそかにしないことが肝要です。

参考資料： 1. 太田祥一, 鈴木昌, 西川正憲, 手技：胸腔穿刺およびドレナージ, 日本内科学会雑誌. 2013; 102 (5): 1243-1247.

2. 真弓俊彦, コツを覚えて必ずできる! 体腔穿刺部位・臓器別にみる間違いのない穿刺のポイント, 羊土社. 2008; 17-28



TAK ランドマーク法



ASK ランドマーク法



ASK エコーガイド法

制作協力：一般社団法人 医療人材の育成を推進する会／東北大学クリニカル・スキルスラボ 荒田悠太郎 先生

カーディナルヘルス株式会社

お問い合わせ
0120-917-205



© 2023 Cardinal Health. All Rights Reserved. CARDINAL HEALTH、Cardinal HealthロゴはCardinal Healthの商標又は登録商標です。
その他の商標はすべて、それぞれの所有者の所有物となります。


Cardinal Health™

mt-ot-dc19
2021.10
Rev.1
2308.ODP.SL