

講義名：「画像の診方」 尾崎孝平先生への質問

Q：

資料 p33 について。無気肺に陥った肺葉に隣接する肺が牽引され膨張した場合に、膨張した肺では、酸素化はどうなりますか？死腔が増えて、下がるのでしょうか？代償的に血管も増えて、酸素化は維持されるのでしょうか？

A：

まずご質問ありがとうございます。

無気肺の間接的な変化として隣接する肺が、牽引され膨張する際の現象についてのご質問と思います。しかし、膨張した肺の部分の変化は理解が及びません。無気肺では酸素化が維持されるかどうかということが最大の関心事である考え、以下に回答を書かせて頂きました。

まず、無気肺部分の血流が残っていてシャント効果が生じていれば、代償性に隣接する肺が過膨張しても、無気肺部分のシャント効果の方が大きく、全体として低酸素血症に傾くと思います。ただし、時間が経過した無気肺部分では血流が徐々に無くなり、瘢痕化するとシャント血流も無くなり低酸素血症は改善されます。びまん性の肺の変化でなければ、肺炎も改善し、あたかも低酸素血症も改善したかのように思ってしまうような変化を来たします。ただし、このとき患者は換気と血流の予備力を失う形で改善しているので、オリンピックの運動競技には出場できません。

隣接する肺が過膨張する程度の大きな無気肺が発生した場合、前者のように血流が保たれているとシャント効果で低酸素血症の症状が前面にでて、低酸素血症を是正するために酸素吸入を継続しなければならないと思います。

次に瘢痕化して血流も消失し、シャント様効果もなくなった場合を考えてみます。過膨張した肺胞の血流は代償的には増えないうえに、過膨張したからといって換気が増えているわけではないのでVQ比にも大きな変化を来たさないだろうと思います。あくまでも推測ですが、実際の臨床でも古い瘢痕化した大きな無気肺の既往がある患者において、とくに低酸素血症や高二酸化炭素血症を来たしているという現象は認めないように思います。また、代償的に過膨張した肺に肺血管が増えるという理屈や現象を目にしたことはありません。むしろ過膨張した肺では血管陰影は疎になり、過膨張しているという判断の根拠のひとつになっています。無気肺における死腔に関しての言及も目にしたことはありませんが、過膨張と死腔は別の病態と考えます。代償的に過膨張した肺で死腔が増えるという証拠はないように思います。

最後に、代償性の過膨張は機能の代償ではなく、あくまでも無気肺による胸腔内の肺容量減少を代償しているとお考え下さい。

講義名：「呼吸の KINESIOLOGY」内山侑紀先生への質問

Q：

資料 p45 の『筋の長さ-張力曲線』のグラフの L0 とは、何のことですか？

A：

講演での説明が不足していたこと、まずはお詫び申し上げます。ご質問頂きました件ですが、L0 は安静呼気位つまり機能的残気量 (FRC) 位を示します。安静呼気位から安静吸気位に進む過程で最大張力を発揮するので、大変効率のよい筋長-張力関係ということになります。

講義名：「呼吸と循環」西信一先生への質問

Q：

平均血圧はなぜ 3 で割るのか、時間の関係で、十分に話を聞けませんでした。再度ご説明をお願いします。

A：

平均血圧はなぜ 3 で割るのか？

1. 心臓から末梢組織までの血圧の変化

血液が左心室を出て末梢組織に至るまでの血圧の変化を考えてみましょう。心臓を出た時の血流はいわゆる「拍動流」です。収縮期血圧と拡張期血圧がはっきりと分かります。しかし、我々の動脈は段々と細くなってきます。この様子を例えるならば、チューバのような楽器の音の出る口から水を一定量まとめて入れることを繰り返すこととなります (図 1)。

こうした状況で出口 (吹き口) での水の出方を想像してみましょう。多分、一定量の水が持続して出てくる「定常流」となることがイメージできると思います。つまり、圧の変化は細動脈から組織に行くに従って収縮期血圧と拡張期血圧がはっきりしない (一定の圧) 血圧変化になることがわかります (図 2)。

2. 「平均血圧」とは

血流の最終の目的は全身の細胞に酸素や栄養を運ぶことですから、重要な血圧は末梢血管での血圧です。収縮期血圧と拡張期血圧がはっきりしない血圧が重要になります。

少し視点を変えて血液流量のことを考えてみます。数式は省きますが横軸に時間、縦軸に血圧の変化をとった時、血圧変化の曲線と時間軸で囲まれる面積が流量に比例することは容易に想像できます。例えば最高血圧が非常に高くてもすぐに圧が下がるような血圧変化ではあまり多くの血液が流れないと考えられます。

また、心臓を出てから末梢まで出血がない限り血流量が減少することはありませんので血圧変化曲線の下面積は変化しないと考えられます。従って、普段我々が観血的動脈圧測定 (A ライン) で見る血圧曲線の下面積を変化させずに長方形に変化した時の圧が、臓器・組織を灌流する圧として重要になります。この血圧を「平均動脈圧 (血圧)」と呼びます (図 3)。

3. 動脈圧曲線の矩形変形

改めて平均血圧の求め方を考えてみましょう。横軸に時間、縦軸に血圧をとった曲線で曲線の下面積を変えずに矩形 (長方形) にした時の血圧が平均動脈圧です。図 4 の a) から c) のように動脈圧曲線を面積を変えずに変形することを考えましょう。

形としては上に凸の放物線の半分のような形になると想像できます (図 4 c)。少し高校の数学を思い出して下さい。軸が $x=a$ を通り上に凸な放物線は $y=-x^2+2ax$ で表されます。

今問題にしている面積はこの放物線の左半分の面積（S）ですから、区分求積により

$$S = \int_0^a (-x^2 + 2ax)dx = \frac{2}{3}a^3$$

となります。これが長軸が $2a$ の長方形の面積ですから、短辺は $\frac{S}{2a} = \frac{1}{3}a^2$ になり、 a^2 というのは収縮期血圧と拡張期血圧の差（図 4-c）なので平均血圧の脈圧は（収縮期血圧 - 拡張期血圧）/ 3 になります。

従って

$$(\text{平均動脈圧}) = (\text{収縮期血圧} - \text{拡張期血圧}) / 3 + (\text{拡張期血圧})$$

となるわけです。

講義：「急性期呼吸理学療法」眞淵敏先生への質問

Q1：

CRP・WBC の血液データ上の異常値は早期離床にどこまで影響するのでしょうか？

A1：

急性期においては、少なからず CRP・WBC の異常は認められます。早期離床による影響は少ないと思います。理由は過度な筋力強化等の運動負荷でなければ問題はありません。ギャジアップ等を用いて抗重力姿勢による抗重力筋に対する負荷で早期離床を計るべきかと考えます。

Q2：

誤嚥性肺炎で入院した症例において、CRP・WBC の異常値を理由に主治医からベッド上安静を指示されることが多くあります。バイタルサインが安定している状態であり、他の理学所見でも著明な問題を認めません。私個人としては早期離床を図りたい場面ではありますが、主治医に直接連絡しても安静度が変更されることはありません。文献等にも明記はなく、先生はどうお考えでしょうか？

A2：

肺炎に対するリハビリテーションは診療報酬上でも認められ、重要な治療手段として位置付けられています。COVID-19 の重症肺炎においても腹臥位を含めて急性期理学療法の必要性が認められています。上記質問でも触れましたが CRP・WBC の異常値を理由に安静に放置することにより廃用症候群の進展が避けられません。

理解を示さない主治医？に、COVID-19 の重症肺炎の治療に関する文献を提示しては如何ですか？急性期の超早期リハビリテーションの必要性が理解されるかと思います。

講義：「呼吸介助法」眞淵敏先生への質問

Q1：

座位での咳嗽方法について説明されていましたが、側臥位や腹臥位での咳嗽も排痰目的に行うことは有効でしょうか？

A1：

体位に関係なく有効ですが、抗重力姿勢である座位（ベッド上であればギャッジアップ）が換気量の増大と抗重力による繊毛運動が活性化し、より効果的です。

Q2：

接触はトータルコンタクト、指はなるべく肋間に沿わせると指導いただきました。対象者の胸郭の動きを確認する事から始め、手を添える。押さずに動きについて行くとのことでしたが、実際は少し押ししてるのでしょうか？やはり呼吸介助ですので添えてるだけでは、残気量の減少、換気量アップには繋がりませんよね。他の先生から最終域でわずかに押すなどとの指導を受けたこともあります。いかがでしょうか？

A2：

スクイーピングでは絞るとか押すという表現ですが、呼吸介助は終末呼気位（これ以上吐けない）まで動きに合わせて介助（動きについていく）します。安静呼吸と深呼吸の動きを比較すれば理解できると思います。安静呼気位を越えて介助すると残気量の減少と換気量の増大を計ることが可能です。

Q3：

枕を勢いよく抱くなどの方法紹介していただきましたが、そのような排痰目的の介助であれば呼気流速を高める介助として早く押す事も呼吸介助の方法の一つでしょうか？目的に応じての介助方法があれば教えてください。

A3：

呼気流速を高めるため呼吸運動の方向（呼気筋群の筋繊維の走行をイメージして、座位・側臥位であれば骨盤）に早く介助します。決して押すではありません。

治療技術を言葉や文章で伝えるのは限界があります。実際に手取り足取りで感覚を伝えることが出来れば理解して頂けたのではと？残念です。排痰についての詳細は、CLINICAL REHABILITATION Vol26 No5 506-510 に記載していますので参考になれば幸いです。