

コラム第 16 回

弾性線維に感謝しよう

我々病理医は、顕微鏡下に様々な臓器とその病変を見てきている。病変は正常との隔たりを呈するわけで、その臓器の正常である組織学（本学では顕微解剖学）を元に隔たりを判定する。したがって病理医は組織学になじみが深い。一方で、普通の臨床医なら、今はやりのゲノムや分子生物学から比べると組織学なんて地味な学問だし、医学生の初期にやってとうの昔にほとんど忘れてしまっているという人も多いだろう。

組織学では、人間の体を上皮と間葉系組織に分ける。上皮は空気に触れる部分で、重層扁平上皮、腺上皮（円柱上皮や立方上皮）、尿路上皮と分かれる。こちらは漢字で書く癌の発生源母地でもあり、地味な組織学の中では目立つ方だ。一方で間葉系組織は空気に触れない部分で、筋肉、脂肪、線維などがあり、あまり注目されない。

最後に述べた線維のうち一般的なものが膠原線維であり、創傷治癒時などに活躍する。類似のものに細網線維（鍍銀線維ともいう）があり、骨髄、リンパ節、肝臓などに多い。さらに弾性線維というゴムがある。これが今回のテーマだ。なお、筋肉線維や神経線維という言葉もあるが、これらは厳密な意味での線維ではなく、細長い細胞が束状に配列しているから線維状ともいえるから線維と呼ばれることがあるだけである。

弾性線維は、地味な組織学の中でもさらに地味な間葉系組織のうち、最も地味な成分かもしれない。だからこんな成分が人体の中にあることを知らない人が医者でも数多く居るであろう。でも、弾性線維が存在していないとヒトはすぐに死んでしまうだろう。それをこれから説明したい。では、ここで立ち止まって考えてみてください。弾性線維すなわちゴムは、人体のどの臓器・組織に多く存在しているのでしょうか？ ゴムだから受動的に伸び縮みする臓器・組織です。能動的に伸び縮みする筋肉ではなく。

では答えを。まず、大動脈壁、正確には大動脈壁の大部分を占める中膜には、弾性線維が豊富に存在する。もっと言うなら大動脈から分かれた（一次分岐の）比較的太い動脈でもそう。これらは弾性動脈と呼ばれ、一方で、もっと細い動脈は中膜の主体が平滑筋となり筋性動脈と呼ばれる。心臓から近い太い動脈が弾性動脈である合理的理由は、血圧を緩衝するためであろう。

我々が、血圧の上が 120、下が 70 などと言うとき、上は収縮期血圧、下は拡張期血圧である。ここで言う収縮期、拡張期とは、「心室が」収縮している時なのか拡張している時なの

かに対応する。したがって、収縮期には左心室が収縮して、大動脈弁が開いて、左心室から大動脈に多くの血液が駆出される。一方で拡張期には左心室が拡張して、大動脈弁は閉じて代わりに僧帽弁が開いて左心房から左心室に血液が移動する。

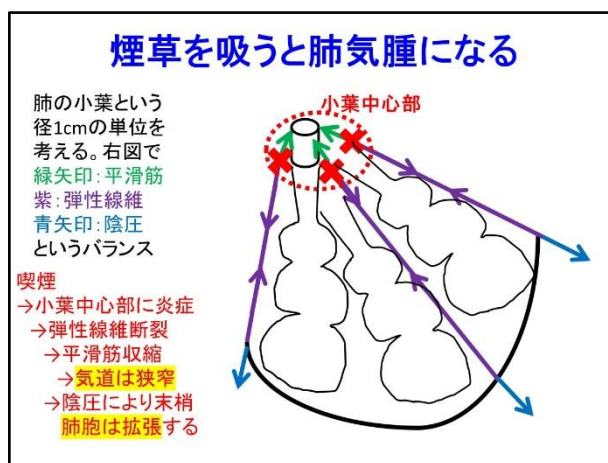
となると、大動脈にとってみれば、収縮期には血液が来るけど、拡張期には血液が全く来ないわけである。そこで、収縮期にはゴムの作用で大動脈を含む弾性動脈が拡張して血圧を緩和し、逆に拡張期には弾性動脈が収縮してさっきの貯めた血液を吐き出すことで血圧を維持しているのだ。もし弾性線維が無くて大動脈壁がコンクリートだったら、収縮期血圧が200で拡張期血圧がゼロなどになってしまう。これじゃあ、200もの高い血圧を受けていざれ末梢の動脈壁が破綻して出血死してしまうだろう。

一方で末梢の動脈が筋性動脈である合理的理由は、平滑筋だから神経やホルモンの指令で収縮・拡張ができ、各臓器・組織への血流配分を調整できるためだ。例えば運動時には交感神経が高まり、その β 作用で筋肉の動脈が拡張して筋肉への血流を増やすなど。

次に、弾性線維が豊富な他の臓器の話をしてしよう。その代表が肺である。肺が膨らんだり縮んだりするのは、肺そのものが心臓のように筋肉運動をしているからではない。筋肉運動をしているのは、横隔膜や外肋間筋などであり、それにより引っ張られて胸腔が陰圧になるからそれに連られて肺泡と肺泡の間にびっしりある弾性線維が引き延ばされて肺が膨らむのである。逆に呼気時には引っ張られなくなり自動的に縮むのである。だから、もし肺の弾性線維が無かったら、陰圧に反応できずに呼吸ができなくなってしまう。

余談であるが、重喫煙者が肺気腫（COPD）になると、気管支が収縮して呼吸が苦しくなる一方で、末梢肺泡が拡張してしまう現象が起こる理由は、弾性線維がちぎれてしまうからだとして理解するとわかりやすい。そのように書いてある教科書・参考書はあまり無いように思う。

右記は授業プリントより。気管支から肺泡に移行する小葉中心部というところにタバコのタールが溜まりやすく炎症を生じ、弾性線維（図の紫矢印）がちぎれる。その結果、気管支平滑筋という内向きの力（図の緑矢印）、陰圧という外向きの力（図の青矢印）の両者のバランスをとっていた弾性線維の作用が無くなり、内向きの力が気管支狭窄をもたらす、外向きの力が肺泡拡張をもたらす。



顔にも要所所で弾性線維が存在する。耳や鼻や咽喉を構成する軟骨は弾性軟骨といって弾性線維が豊富な軟骨だ。呼吸や発声などで鼻や咽喉が拡張・収縮したりする時に弾性線維があることが好都合なのだろう。また、目の網膜の裏側にあるブルッフ膜には弾性線維が豊富で、これも目の弾力性を保つためだろう。

そのほか、背骨の後ろの脊髄の後ろの黄色靭帯にも弾性線維が多い。脊椎・脊髄まわりの靭帯は前方から順に、前縦靭帯、後縦靭帯、黄色靭帯と3つあるが、前2者は弾性線維が乏しく膠原線維が主体であり、黄色靭帯のみ弾性線維が豊富な理由は、おそらくはかがんだりした際に一番後ろの靭帯に最もテンションがかかるからだろう。

また、皮膚の真皮には弾性線維が豊富というほどでもないがパラパラと存在する。加齢で弾性線維が減ったり変性したりすると、弾力やハリが低下してシワやたるみが発生する。

このように弾性線維が豊富な組織・臓器を知っておくと、病気の理解にも役立つ。例えば、Marfan 症候群という先天性疾患では、弾性線維の障害から、大動脈瘤や解離、肺気腫や肺のう胞の合併がみられる。さらに、水晶体亜脱臼をはじめとする目の病気、高アーチ口蓋などの咽喉の変化が生じるのも上述したブルッフ膜や弾性軟骨が関係すると思われる。

また、弾性線維性仮性黄色腫という稀な先天性疾患では、全身の弾性線維が侵される。まずは皮膚に弾性線維の変性物が沈着し、仮性黄色腫と呼ばれる。上記の黄色靭帯と共通するが、弾性線維は黄色調なのである。なお、真の黄色腫は脂質を貪食した泡沫細胞の沈着であり、高脂血症で見られる。弾性線維性仮性黄色腫では他に、大動脈中膜の変性からの大動脈瘤、網膜のブルッフ膜の障害からの網膜色素線条症なども合併する。

まとめると、弾性線維は体の中で、筋肉のように派手な活躍をしないが、筋肉運動に従属して地味で重要な下支えをしている。まるで医療現場の病理医のようだ。外科医が筋肉、病理医が弾性線維に相当する。よく「病理医は医療現場での縁の下の力持ちだ」と言われる。実は私はこの表現が嫌いで、自らこの表現を医学生に言っている同僚に対して「そんな自虐的なことを言っているから病理に人が入らないんだ。むしろ外科医の方こそが縁の下の力持ちで、外科医が汗水流してとってきた検体を使って我々が研究して学会で活躍できるんだと言え」などと言ったこともあったけど、でも今回は言ってしまった。