

3

### 横隔膜—術後合併症のメジャープレイヤー？

帝京大学医学部付属溝口病院麻酔科

大村昭人

手術後の合併症には感染を含む呼吸器の合併症だけでなく心筋梗塞、心不全など循環器の合併症、術後譫妄、脳梗塞など多岐にわたり、その予防、早期診断、治療は周術期の重要な課題である。これら術後合併症の全てに大なり小なり呼吸筋、特に横隔膜機能の異常が隠れていることが多い。

横隔膜は第3-5頸神経の支配を受け、傍胸骨内肋間筋、斜角筋など吸気運動に重要な呼吸筋のなかで最も重要な呼吸筋である（余談だが外肋間筋が吸気に重要な貢献をしている証拠は出されていないし、また斜角筋は正常状態でも働いており、ピンチにだけ登場する補助呼吸筋ではない）。

横隔膜は回遊魚であるマグロのようにいわゆる赤筋の構成が多く、その収縮速度はゆっくりであり、血流は収縮の早い白筋に比べて5-6倍もあり疲労に強い（因みに動きの早いヒラメは白筋である）。ヒトの骨格筋でも短距離ランナーは白筋成分が多くなり、長距離ランナーでは赤筋が多くなる。横隔膜も大きく分けると2種類の筋から成り、胸郭の拡張に重要な肋骨部（costal part）と機能的残気量（FRC）を保つため呼気時でも緊張を保つ脚部（crural part）がある。横隔膜の吸気の働きはそのドーム形態によるピストン運動に加えて、特に肋骨部の収縮による幾つかのメカニズムを通して下部胸郭を拡張する。その一つは横隔膜肋骨部が外側胸郭部に接している部分のベクトルは外側上方に向いており（Zone of Apposition）横隔膜は腹部臓器を梃にして収縮することで下部胸郭は外側上方に引き上げられる。同時に腹部臓器は下へ押しさげられるため腹圧が上昇し、この上昇した圧が下部胸郭を外側に広げることで下部胸郭の拡張は更に効果的となる。これに比べて脚部のみの収縮はかえって下部胸郭を内方へ引

っ張りこむ作用を示す。

横隔膜の血流は安静時8m1/分とされるが過換気、気道抵抗の負荷で急激に上昇し、すぐに25倍位に達する。動物実験モデルで心原性ショック時には心拍出量の20%に達したとする報告もあり、ショックに呼吸不全が加わればこの数字はますます上昇し、心臓にとって耐えられないほどの大きな負荷がかかることになる。興味あることに気道抵抗負荷による横隔膜血流の増加は吸気相より呼気相の抵抗負荷で数倍多い。これは呼吸仕事量、ファイティングなどの観点から人工呼吸管理の際に留意する必要がある。

横隔膜は周術期には麻酔、手術、睡眠の異常など種々の因子によって大きな影響を受ける。例えば全身麻酔をかけるだけで横隔膜の収縮は低下し、且つ頭側に移動して横隔膜近接の肺にCT上で無気肺用の陰影が生じ、動脈血酸素分圧も低下してしまう。開胸手術や上腹部手術後には反射性の抑制が起こり完全な胸式呼吸になる現象も観察されており、術後の著しい肺容量の低下に深く関係していると考えられている。大手術後の睡眠異常（REM睡眠の消失とそのrebound）に関係する活動抑制は術後第2夜以降の夜間睡眠時に起こり、無呼吸を伴い、時に著しい低酸素血症を来す。この術後無呼吸は4-6日続くことが多く、心筋梗塞、脳梗塞、術後譫妄、感染など多くの合併症に関わっているように見える。

以上、種々の病態での横隔膜の機能、振る舞いを述べた。患者管理の際、こういった横隔膜の生理、病態を頭に入れておくことも、より質の高い医療を提供する観点から有用と考えている。