

心拍出量と静脈還流量

心臓の血行動態の理解は、心不全の病態を分析する基礎となります。循環の原則として、心拍出量と静脈還流量は等しくなります。心拍出量と静脈還流量を生理学的に分析する方法として、心拍出量曲線と静脈還流量曲線による分析、臨床的によく使用される前負荷、後負荷、心収縮性の概念を基に分析しやすいのが圧容量曲線になります。考え方として、心臓の血行動態を心機能に問題がある心不全の病態と関連付けて、生理的にこれらの図形解析を分析する経験を積んでおくことは、臨床的に患者の病態を分析する際に理論的に考察することを容易にするとされます。

心拍出量曲線は、横軸に右心房圧（左室拡張末期容量、前負荷とも等しい）、縦軸に心拍出量をとっていることから、フランクスターリングの法則を図形的に表したものとも考えられます。フランクスターリングの法則では、心臓は静脈還流を増やして拡張期容量を増やせば増やすほど心拍出量を増やせるということを意味します。そのため、心拍出量が足りない状況では、静脈還流量（前負荷）を増やすことによって、心拍出量を増やそうとするわけです。しかし、心筋を伸ばすには限界があるために心拍出量曲線は一定レベルの右心房圧を超えると頭打ちになっています。心拍出量曲線では、心収縮性が高まると頭打ちのレベルが上に移動します。胸腔内圧が上昇すると心拍出量曲線は右下にシフトしますが、元々胸腔内圧は低いので、低下するという状況は想像しにくいですが、高い状態から低い状態に変動するとすると上昇時と逆のシフトを起こすと解釈できます。心拍出量の測定は、実臨床ではほとんどなく、心エコーで簡易に心機能を評価することが多いです。

静脈還流量曲線は、横軸は心拍出量曲線と同じ、縦軸は静脈還流量ということで、心拍出量と静脈還流量は等しいことから、定常の平衡状態になると心拍出量曲線と静脈還流量曲線の交点で心臓は機能していることになります。右心房圧が最大になり、静脈還流量が0になる点の右心房圧が平均体血管充満圧（肺循環を無視すると平均血管充満圧と同じ）に相当します。また、右心房圧が陰圧になると静脈が陰圧で圧平されるので、それ以上静脈還流量が増えないため左側にプラトーになります。静脈還流抵抗が増加して、静脈血が心臓に戻りにくくなると静脈還流量曲線は下にシフトします。

圧容量曲線の分析は、臨床でよく使用される指標である前負荷（左室拡張末期容積）、後負荷（左室拡張期血圧）、心収縮性（ E_{max} ）を基にした心血行動態の分析ができます。

これらの図形解析は、立位、交感神経のレベル、脱水、さまざまな心不全やショック病態でどうなるかという視点で考えてみると有用です。

