

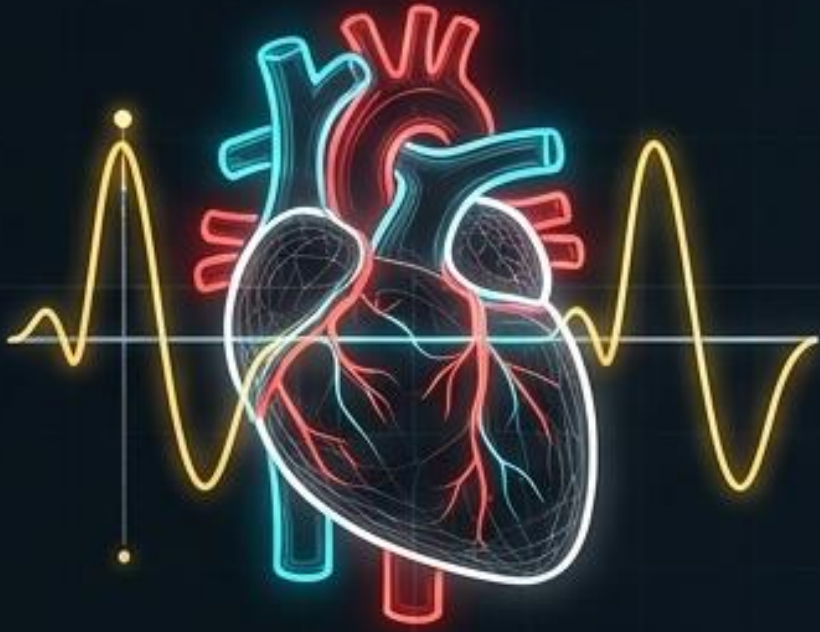


心周期・血行力学の完全理解

生体エンジンと流体ネットワークの物理学

「基礎生理」は「臨床診断」の最強の武器になる

心血管系の生理学



心周期・血行力学の仕組み



必須の臨床手技



聴診部位の決定、心音の解釈、
血圧の正確な測定

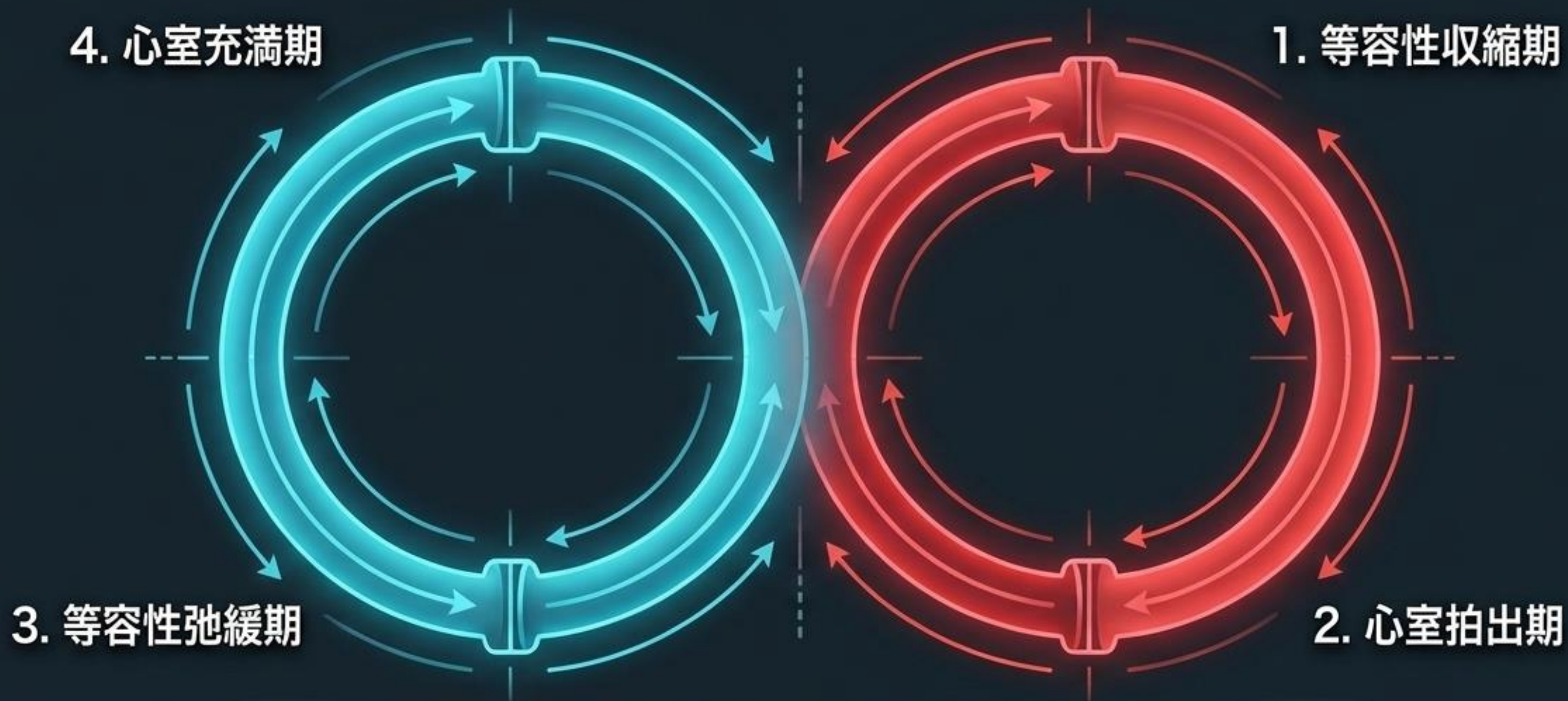


疾患の病態理解



心不全、弁膜症、先天性心
疾患の診断の強力な手がかり

心臓というポンプ：永遠に繰り返される4つのフェーズ



心周期の理解は、血行動態の把握から、心音異常、
先天性心疾患の病態解明に至るすべての第一歩となる。

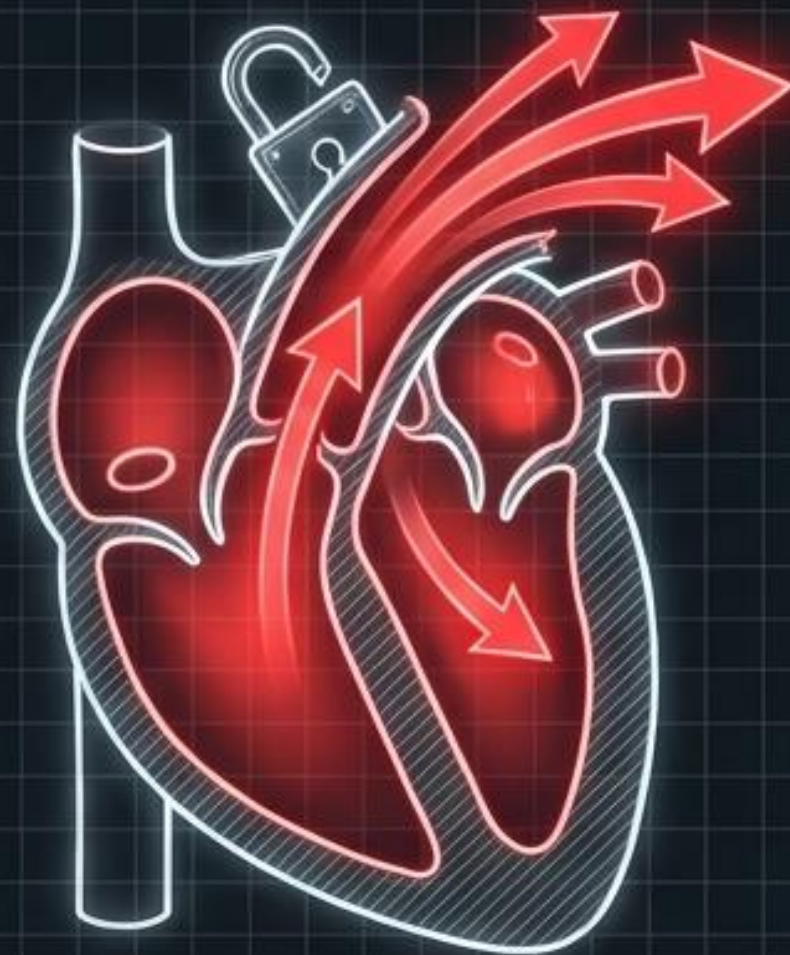
収縮期 (Systole) : 密閉空間で圧を極限まで高め、打ち出す

等容性収縮期 (Isovolumetric Contraction)



心室容積：一定 / 圧：急上昇
I音発生 / QRS波と一致

心室拍出期 (Ventricular Ejection)



心室容積：減少 / 心拍出
収縮期心雑音の可能性 / ST~T波と一致

拡張期 (Diastole) : 密閉状態で圧を急降下させ、満たす

等容性弛緩期 (Isovolumetric Relaxation)



心室容積：一定 / 圧：急低下
II音発生

心室充満期 (Ventricular Filling)



圧：低値維持 / 心室容積：増加 (血液流入)
拡張期心雑音の可能性 / III音・IV音の聴取

ウィガーズ図の統合：すべての事象は「時間軸」で連動する



心室圧曲線と心室容積曲線を、心音図・心電図と対応させながら視覚的に理解する。
(※この対応関係の理解が、圧容量曲線理解への第一歩となる)

心周期パラメーター 総まとめ

心周期フェーズ	心室容積	心室圧	心電図	心音・雑音
等容性収縮期	一定	急上昇	QRS波	I音
心室拍出期	減少	最高値へ	ST～T波	(収縮期雑音)
等容性弛緩期	一定	急低下	-	II音
心室充満期	増加	低値	-	(III/IV音、 拡張期雑音)

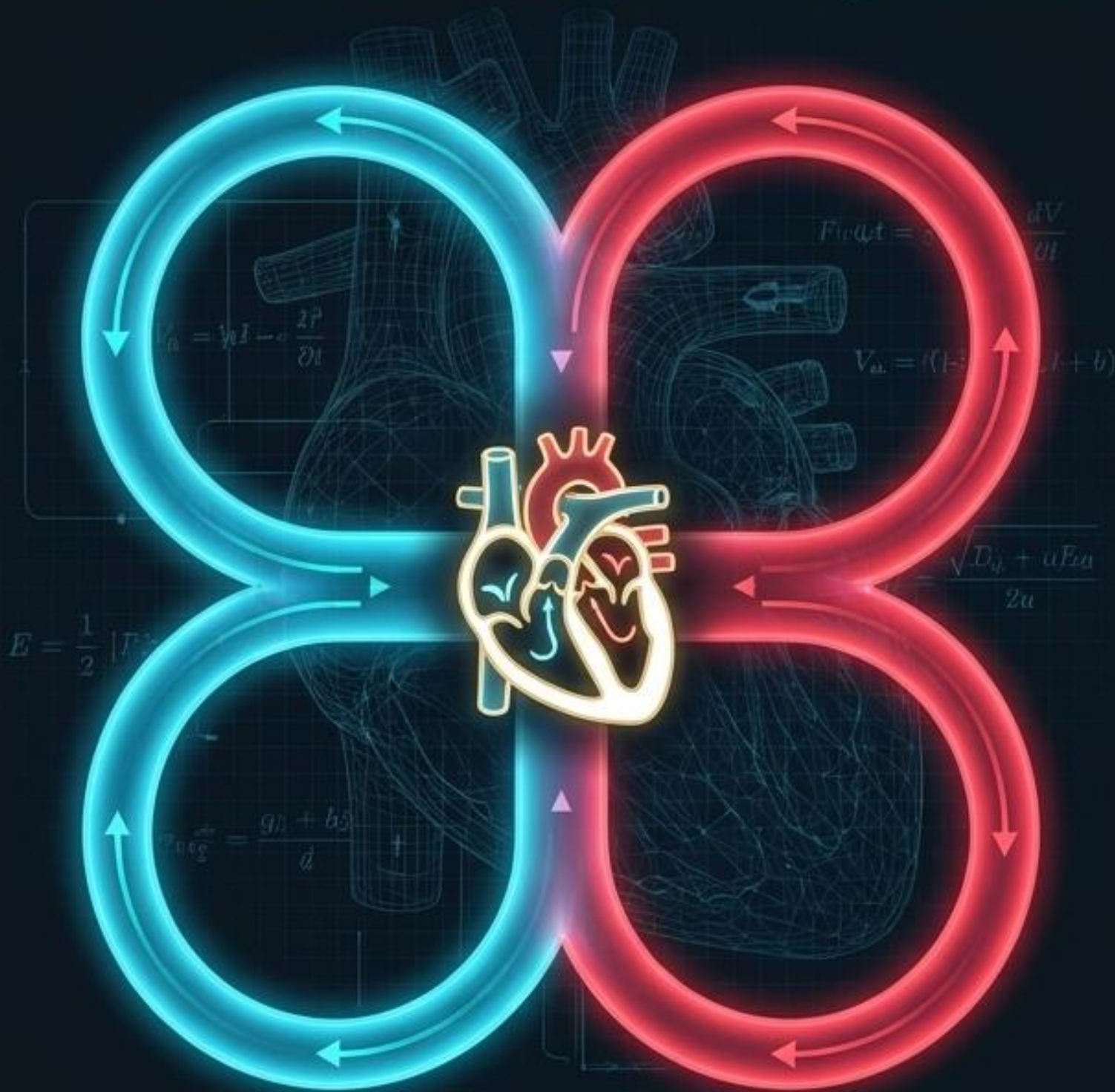
臨床への応用：心音は心周期の「乱れ」を知らせるアラート



これらの聴診から心周期を解釈し、以下の診断の手がかりとする：

- 心不全 (Heart Failure)
- 弁膜症 (Valvular Heart Disease)
- 先天性心疾患 (Congenital Heart Disease)

循環系の3原則 (Hemodynamics Macro View)



1. 閉鎖循環系 (Closed Loop)

正常状態では脇道への漏れは無視する、一つの閉じた回路。

2. 圧力勾配 (Pressure Gradient)

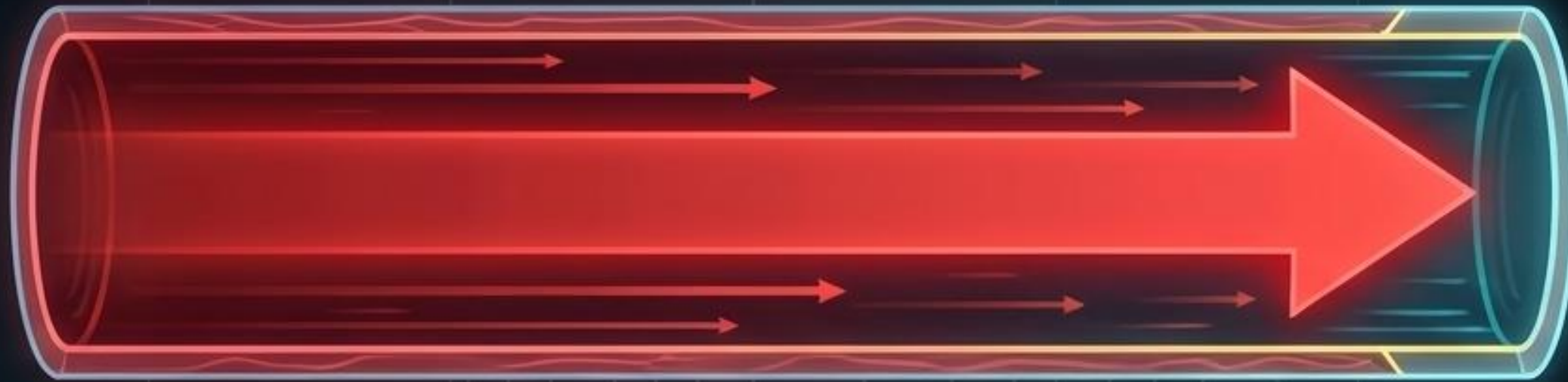
血液は必ず「圧の高い方から低い方へ」流れる。

3. 質量保存則 (Flow in = Flow out)

心臓に戻る血液量 = 肺循環の血流量 = 末梢に送り出される血流量。

ポワズイユの法則：わずかな「半径」の変化が血流を支配する

通常の血管
(半径 r)



血流量 1

半径が半分の血管
($1/2 r$)



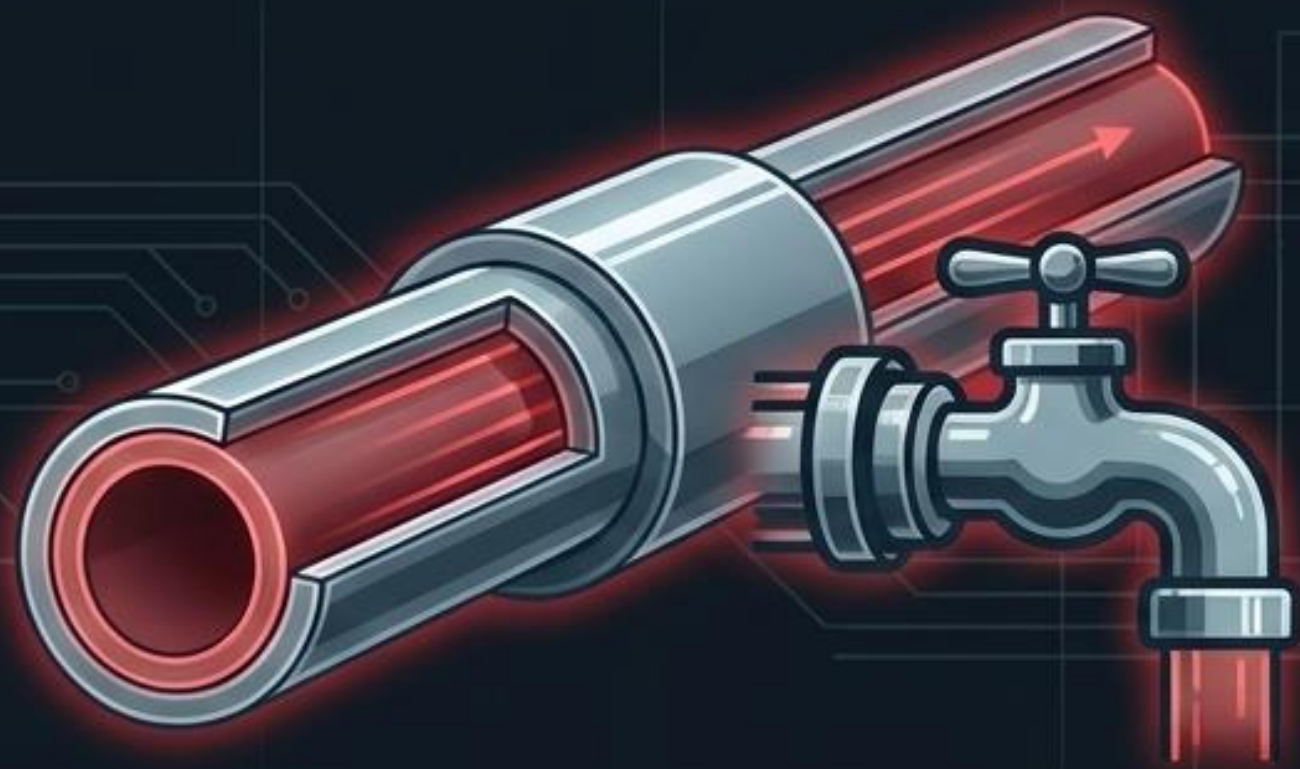
血流量 $1/16$

$$\text{血流量} = \frac{\text{血圧}}{\text{血管抵抗}}$$

- 血管抵抗は「血管半径の4乗」に反比例する (r^4)。
 - 各臓器への血流量は、細動脈の血管径が支配的にコントロールする。
- ※血液粘性 (Ht:ヘマトクリット値) も抵抗に比例して影響を与える。

循環器の役割分担：細動脈は「抵抗」、静脈は「容量」

抵抗血管（細動脈）



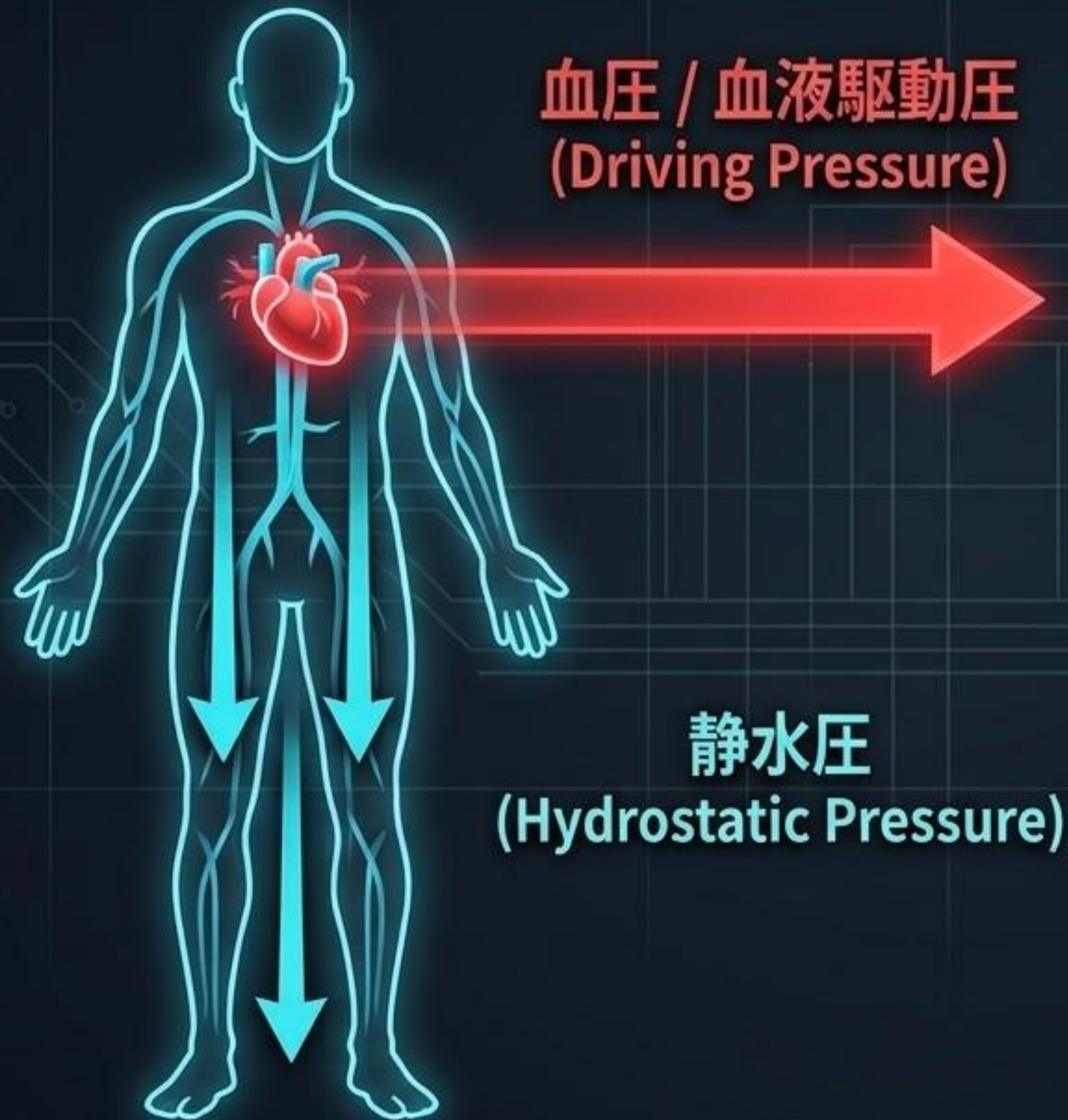
ポワズイユの法則が強く働く。
全身管理における
後負荷 (Afterload) と血圧異常の決定因子。

容量血管（静脈）



血液貯留能力（血管コンプライアンス）が高い。
病態における静脈還流量と
前負荷 (Preload) の決定因子。

血圧の物理学：駆動圧と静水圧の違い



正確な動脈圧:
大動脈圧で測定される
「中心動脈圧」。

臨床現場での評価:
上腕の動脈圧を測定し、
循環動態を推測する。

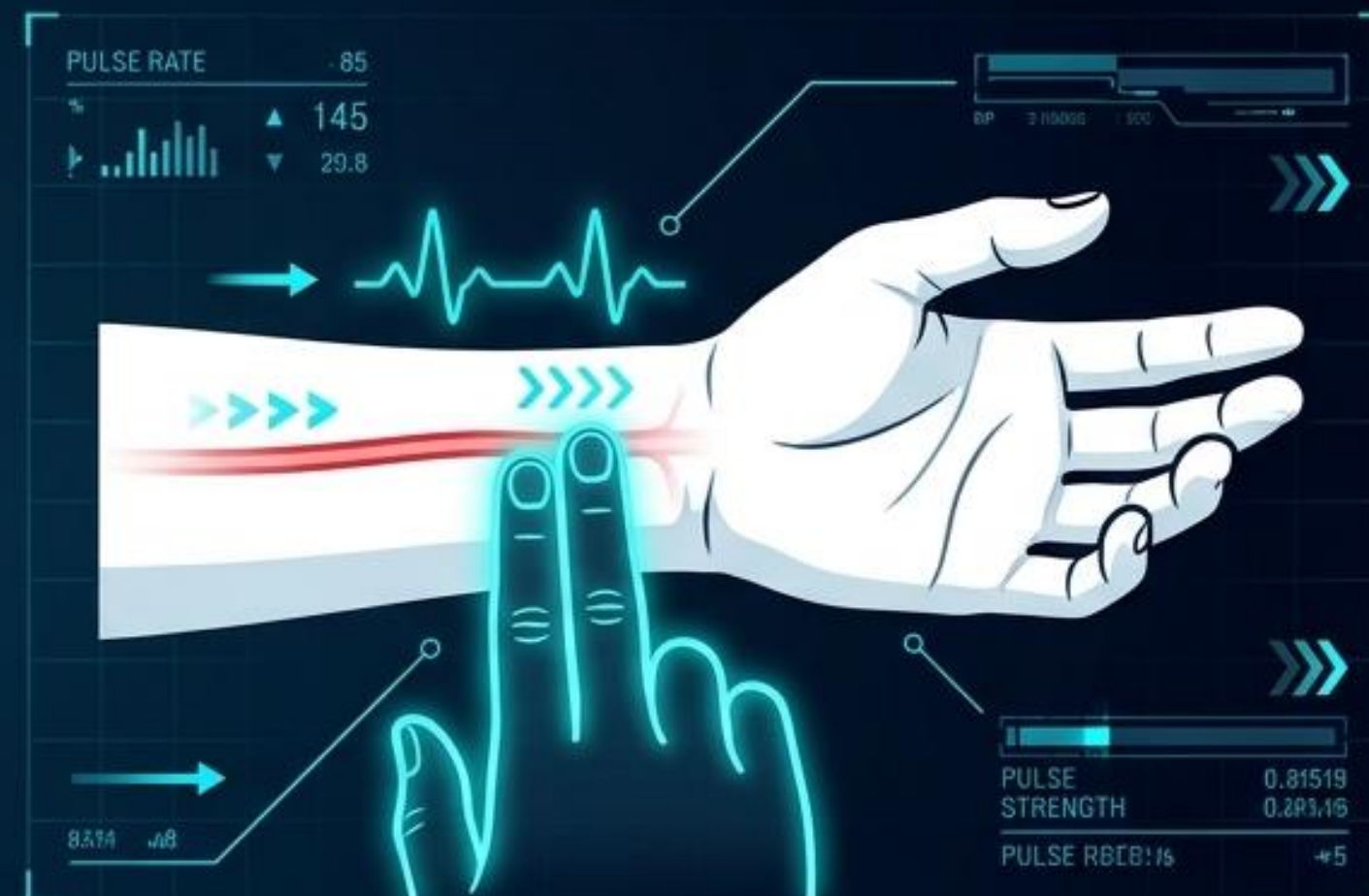
診療基本手技：血圧異常を見抜く測定法のアプローチ

聴診法 (Auscultation)



上腕動脈での測定。収縮期・拡張期血圧の評価。立位による血圧変化（起立性低血圧など）の確認に必須。

触診法 (Palpation)



橈骨動脈での測定。低血圧時や脈圧が低下した病態でのレスキュー手技。正確な触診手技の習得が不可欠。

統合：すべては一つの流体ネットワークとして連動する



心臓のリズム（心周期）、血管の物理学（ポワズイユ）、そして臨床数値（血圧）。
これらはすべて、臓器に血液を送り届けるという一つの完璧なシステムとして連動している。

Takeaways : 正確な診断は、基礎生理の理解から始まる



心周期はグラフで連動させる：
4相の変化は、圧・容積・心音・心電図を
縦軸で揃えて理解する。

血管抵抗は「半径」が支配する：
半径の4乗に反比例する（後負荷の理解）。

静脈は血液の「貯水池」である：
コンプライアンスが高く、前負荷を決定する。

基礎生理は臨床手技の根拠：
聴診や血圧測定の正確な解釈は、
循環系の物理的分析から生まれる。