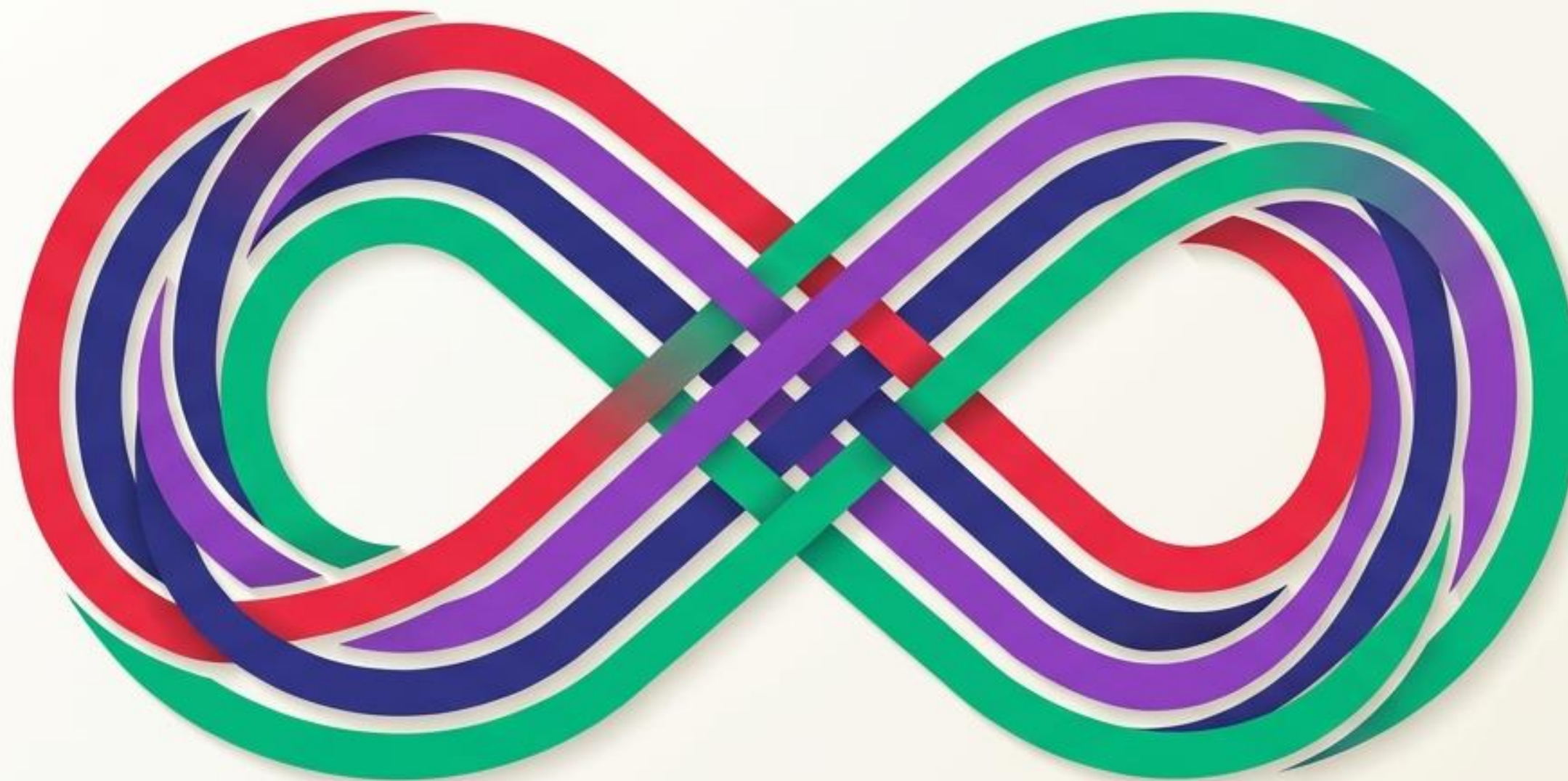


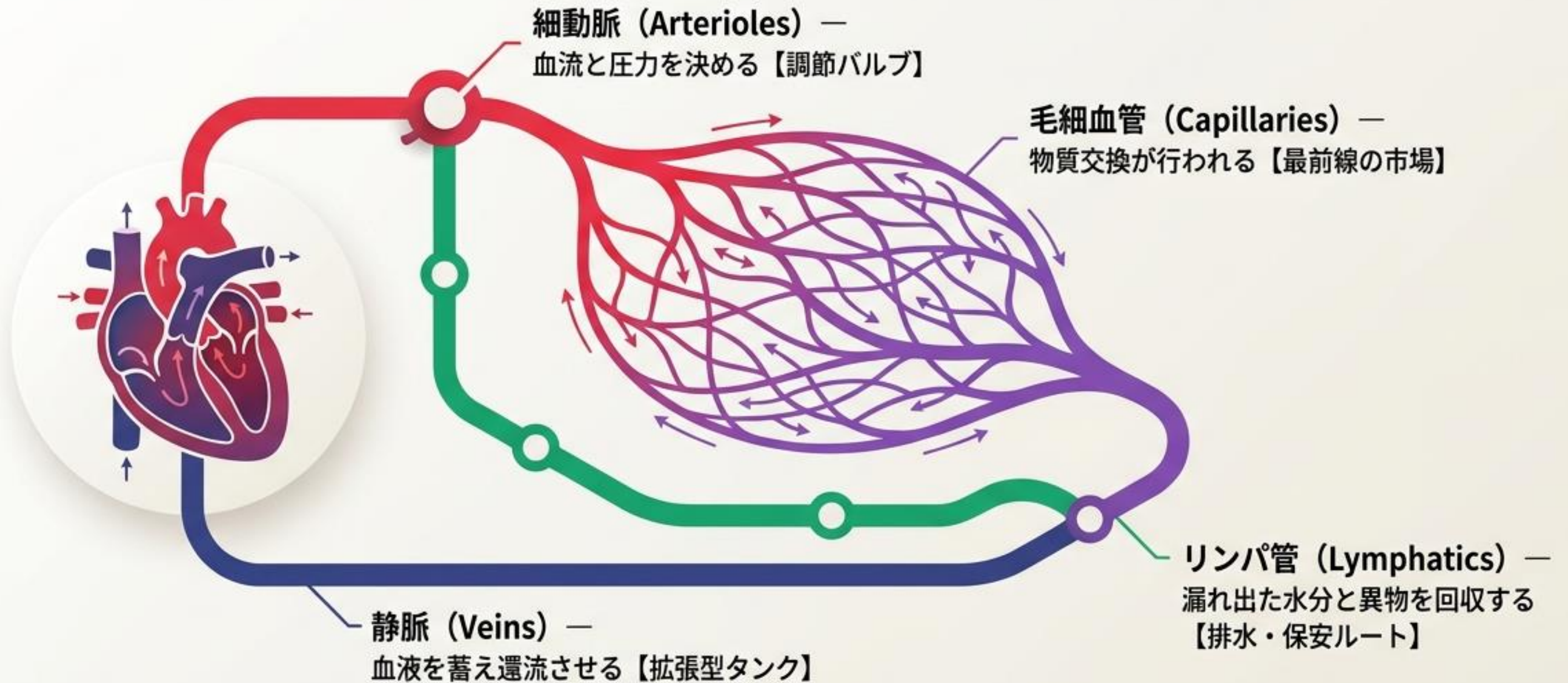
血管とリンパの生理学

体を巡る物流ネットワークの仕組みと病態



抵抗、交換、貯蔵、そして回収のメカニズムを解き明かす

体を巡る精緻な物流ネットワーク



血管系とリンパ系は合わせて一つの循環系を構成し、物理的・化学的法則に従って生命を維持している。

血液の【貯蔵庫】として働く静脈系

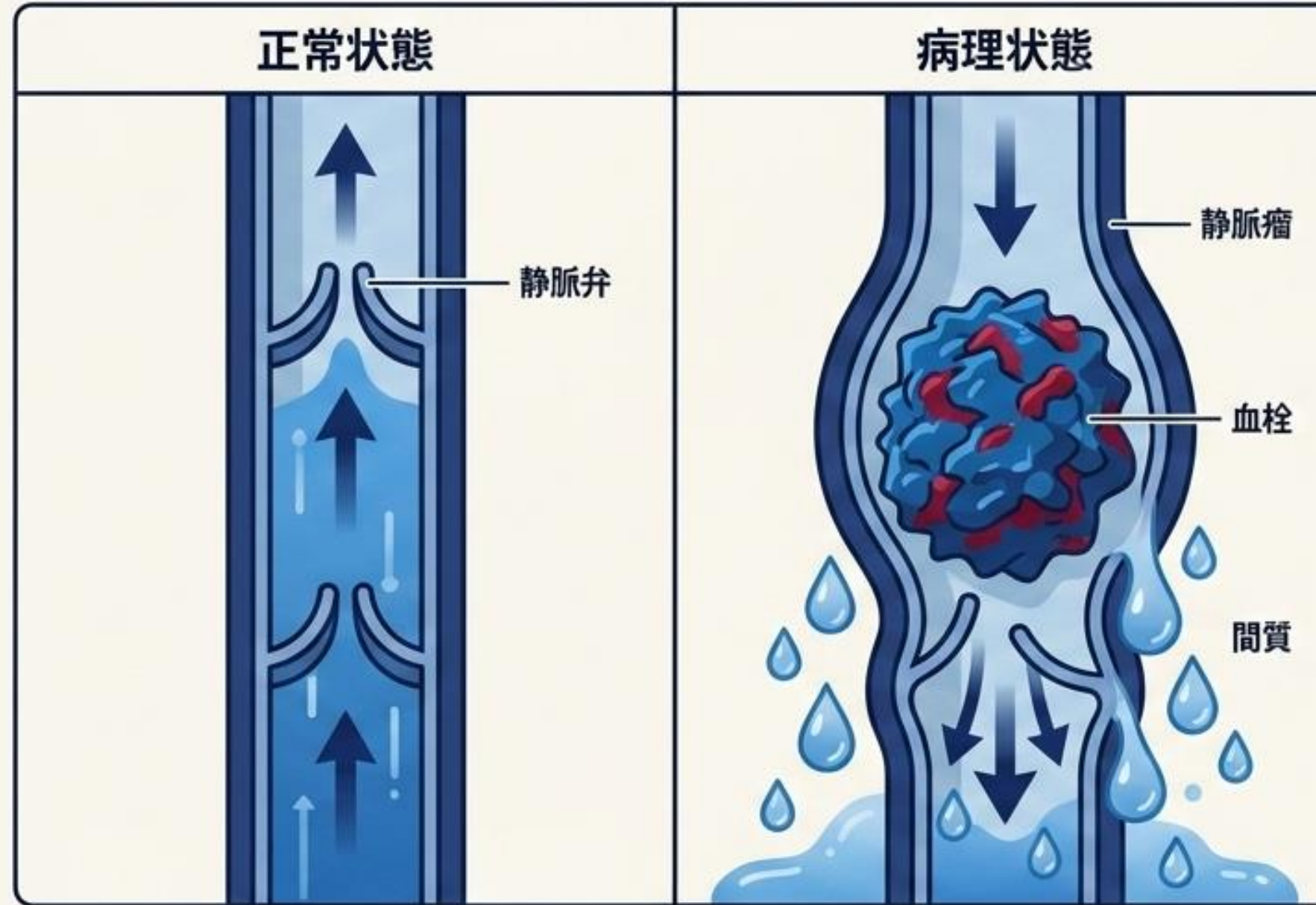


静脈の最大の役割：循環血液量を溜めておく血液貯蔵庫。全体の約2/3の血液が静脈内に存在。

重要指標【コンプライアンス】：静脈がどれだけ膨らんで血液を貯蔵できるかを示す柔軟性の指標。

調節メカニズム：交感神経が静脈平滑筋の収縮度をコントロール。コンプライアンスが大きい（弛緩している）ほど、多くの血液を貯蔵可能。

渋滞と水漏れ：静脈機能の破綻



静水圧の上昇

血栓や静脈瘤により流路が障害される、または右心房への戻りが悪化すると、静脈内の静水圧（水が押し出される力）が上昇する。

逆流と浮腫

逆流を防ぐ静脈弁の機能が障害されると（静脈瘤など）、静脈系の上流や間質に水分が漏れ出す。

臨床サイン

特に血栓形成時などには、下肢の浮腫（むくみ）として顕著に現れる。

細動脈は血圧を左右する【調節バルブ】

抵抗血管: 細動脈は各組織へ供給する血液量を決定するだけでなく、全身の血管抵抗を規定する。

心臓への影響: 血管抵抗の変化は、心臓から見た後負荷に直結。拡張期血圧および収縮期血圧に強く影響を与える。

血圧上昇の要因:

- ・ 生理的：神経性調節（主に交感神経）による収縮
- ・ 病的：動脈硬化による物理的な柔軟性の低下



血管の緊張と弛緩を操るシグナル群



局所因子の重要性: 末梢組織の需要に応じた局所血流調節の主役はNO（一酸化窒素）。初期反応として筋原性調節（局所反応）も補助的に働く。

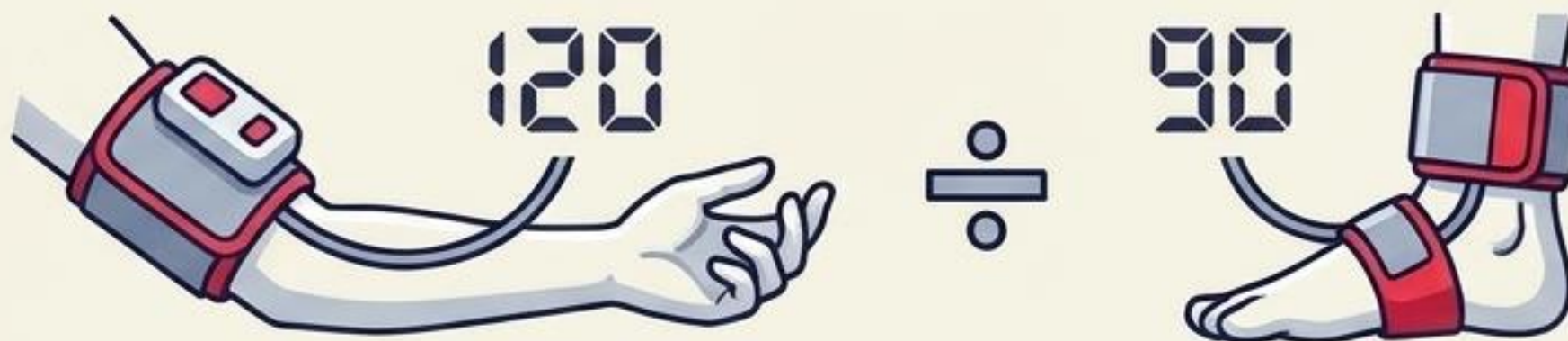
収縮因子の脅威: エンドセリンなどの強力な収縮因子は病態にも関与し、近年は肺高血圧症との関連が注目されている。

動脈硬化のサインと基本検査

PWV
(脈波伝播速度)



ABI
(足関節上腕血圧比)



血管内皮機能の低下: NOを中心とした血管拡張因子の分泌不全は、冠動脈疾患などの血流不全を引き起こす。この内皮の拡張反応の評価が病態診断の鍵となる。

動脈硬化診療の2大検査:

- PWV: 血管の硬さ（動脈硬化の程度）を評価。硬いほど脈波が速く伝わる。
- ABI: 血管の詰まり（動脈閉塞の程度）を評価。下肢の血流障害を早期発見する。

毛細血管：物質交換を最適化する【最前線】



交換血管のパラドックス:

個々の毛細血管は極めて細いが、全身の総断面積は圧倒的に大きい。

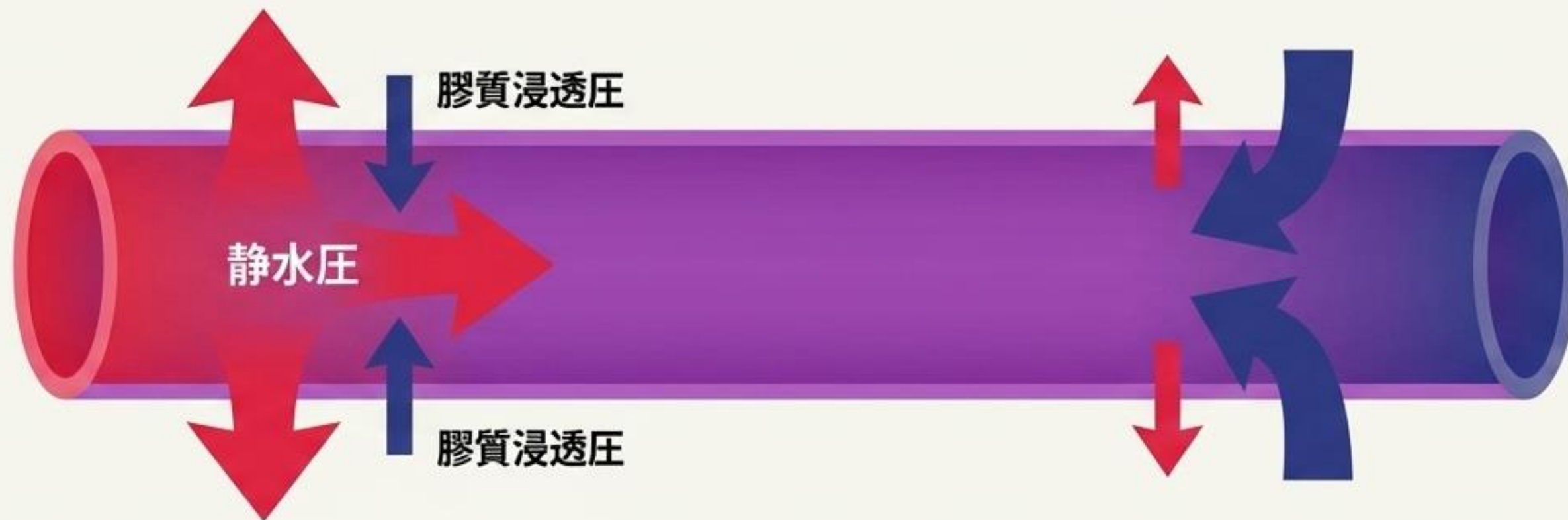
物理的最適化:

総断面積が大きいため、血液の流れる速度（血流速度）は劇的に遅くなる。

結果:

血液の滞在時間は短くとも、ゆっくり流れることで、組織との間で酸素や栄養素の物質交換が最も効果的に行われる環境が作られる。

スターリングの力：水の出入りを決める2つのベクトル

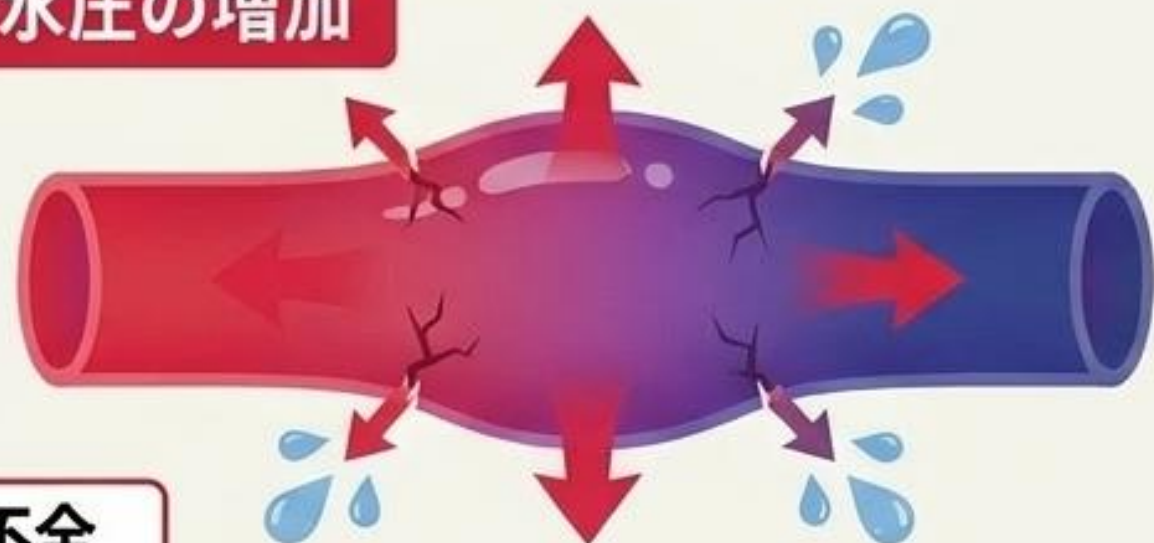


→	静水圧（押し出す力）：血管内の水分を間質へ押し出そうとする力。
→	膠質浸透圧（引き込む力）：血漿中のタンパク質（主にアルブミン）が水分を血管内に引き止める力。
↻	正常なサイクル：動脈端で水分や物質が血管から間質へ押し出され、静脈端で再び血管内に引き戻される絶妙なバランスで成り立っている。

なぜ【むくみ（浮腫）】は起こるのか？

浮腫（むくみ）とは、スターリングの力のバランスが崩れ、間質側に水分が異常に溜まった病態。
病態生理から上記の4つのメカニズムに分類・整理できる。

1. 静水圧の増加



心不全

2. 膠質浸透圧の低下



低アルブミン血症

3. 血管透過性の亢進



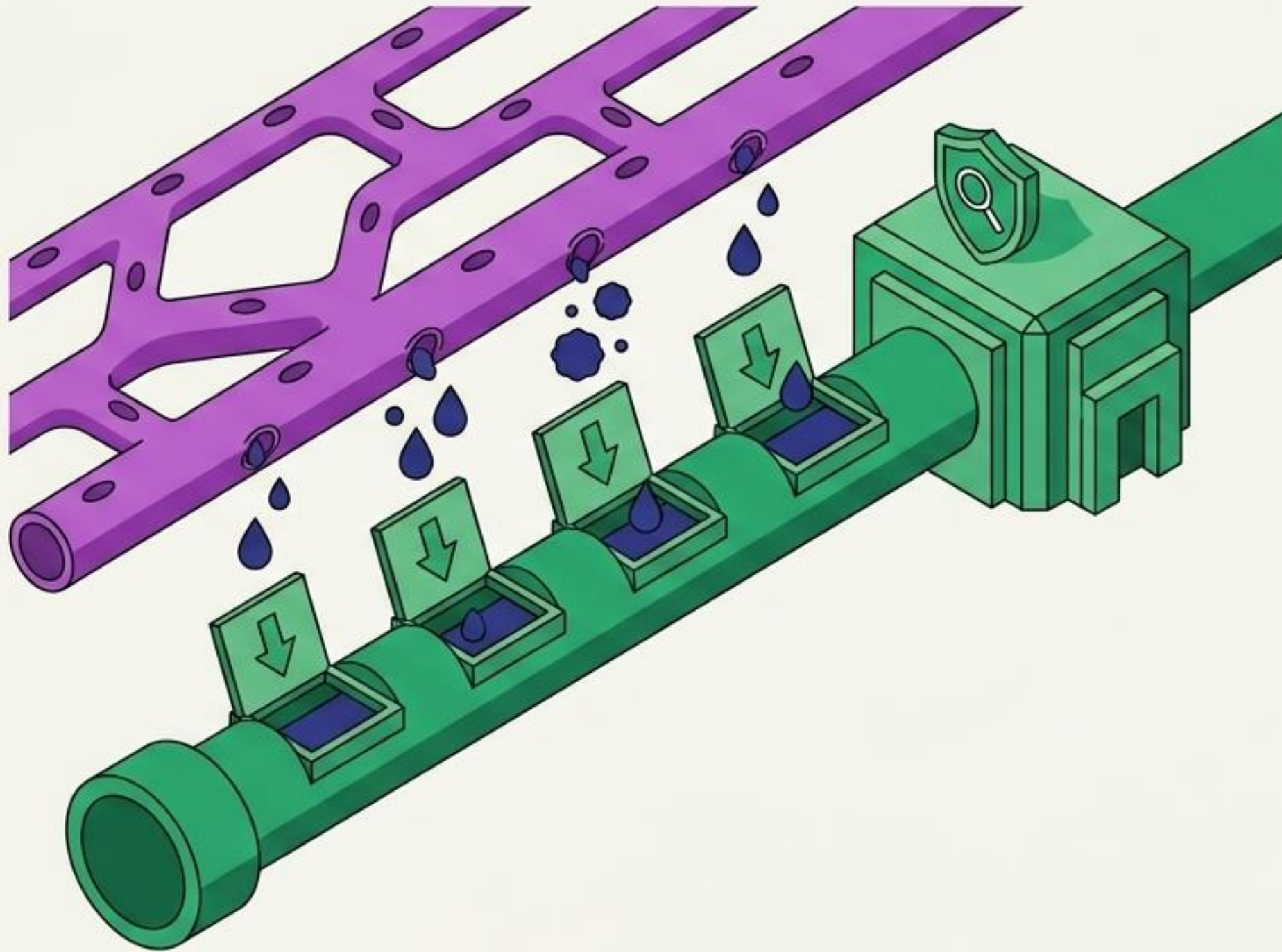
炎症

4. リンパの鬱滞



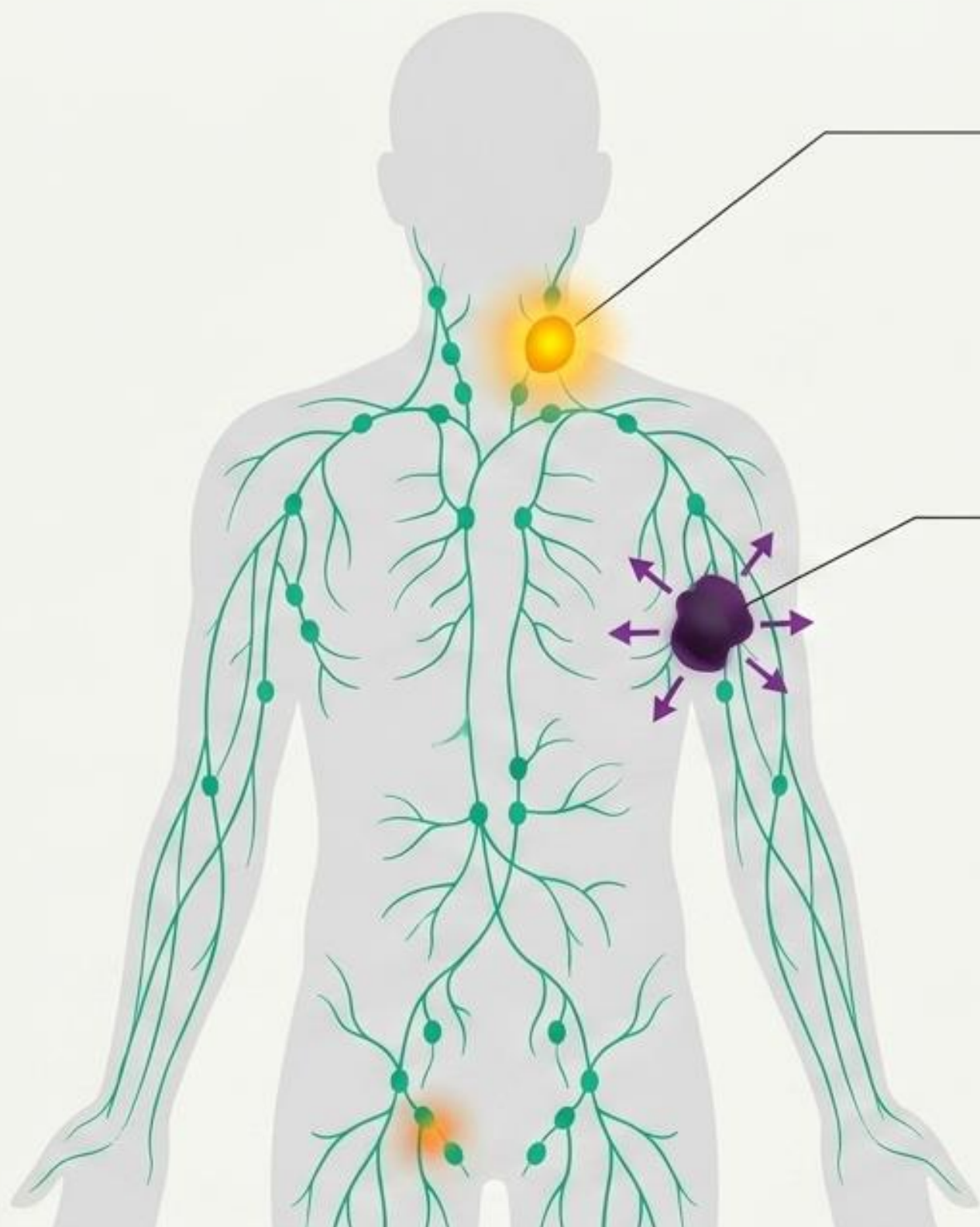
リンパ管閉塞

リンパ系：体液を回収し守る【第3のルート】



1. 間質液の回収ルート：
毛細血管（静脈端）で直接戻りきれなかった間質の水分や大きな物質の帰り道となる。
2. 免疫防御のルート：侵入した病原体を捉え、感染から体を守るための防護ネットワーク。
3. 脂質の吸収ルート：腸管で吸収された食事由来の脂質を血流へ運搬する専用経路。

リンパ節が教える体の異変



感染症の防護反応:

細菌やウイルスが侵入すると、リンパ節が病原体と戦う最前線となり、病変に関連したリンパ節が腫大（腫れ）する。

ガンの転移ルート:

癌細胞がリンパ管に侵入すると、リンパ節に定着・増殖し、全身へ広がる経路となってしまう。

悪性リンパ腫:

リンパ系組織の細胞そのものが悪性化（ガン化）する特有の疾患も存在する。

循環系ネットワークの機能まとめ

	細動脈	毛細血管	静脈	リンパ管
別名	抵抗血管	交換血管	血液貯蔵庫	第3の回収ルート
主な役割	血圧・血流調節	物質・ガス交換	血液量の保持・還流	水分回収・免疫・脂質吸収
重要指標	血管抵抗, 後負荷	スターリングの力	コンプライアンス	-
代表的病態	動脈硬化, 肺高血圧	浮腫 (透過性亢進等)	静脈瘤, 血栓, 浮腫	リンパ浮腫, ガン転移, 悪性リンパ腫

各血管・リンパ管は独立しているのではなく、物理的法則と化学的シグナルを通じて連携し、全身のホメオスタシスを維持

絶妙なバランスで成り立つ体内循環



血圧を制御するバルブ（細動脈）、物質を交換する市場（毛細血管）、血液を蓄えるタンク（静脈）、そして異物を濾過する排水路（リンパ管）。

循環系とは、これら4つの異なる役割が、神経・内分泌・局所因子によって瞬時に最適化される、究極の【自律型物流ネットワーク】である。