

2019/11/27

バイオメカニクス

心臓の動く仕組みを知ろう

医用生体工学研究室
氏原 嘉洋

ヒトの心臓は4つの部屋で出来ている

ヒト心臓では、

- 右心系
 - 肺循環
 - 左心系
 - 体循環

と直列に血液が流れる。

<https://www.kchnet.or.jp/hdc/surgery/disease/valvular.html>

心臓の階層構造

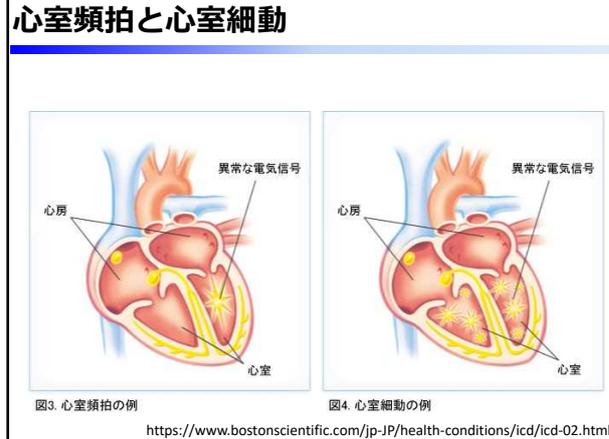
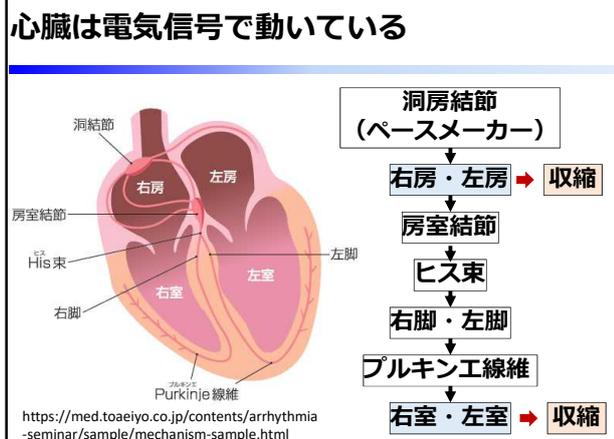
心臓の収縮・弛緩は、分子モーターによって行われている

人体はどんな元素で出来ているのか？

70kgの人体を構成する元素の量

構成元素	存在量 (kg)
酸素	45.50
炭素	12.60
水素	7.00
窒素	2.10
カルシウム	1.05
リン	0.70

心臓のポンプ機能は心筋細胞の収縮・弛緩に支えられている



チェックポイント

- 脊椎動物の心臓の違いを説明できるか？ どのような動物が特徴的な心臓を持っている？
- 心臓全体の同調的な動きの仕組みを説明できるか？

2020/1/16

バイオメカニクス

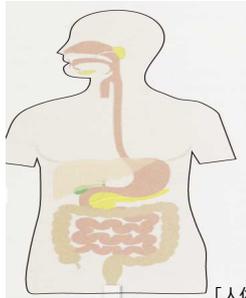
生体に働く力1
 医用生体工学研究室
 氏原 嘉洋



消化管の役割

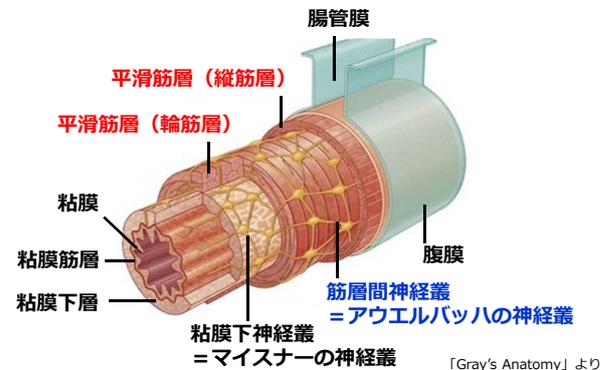
外界の環境にある食物を低分子の栄養素に分解し、細胞が利用できる形に変える

- ・運動
- ・消化
- ・吸収
- ・廃棄



「人体の正常構造と機能」より

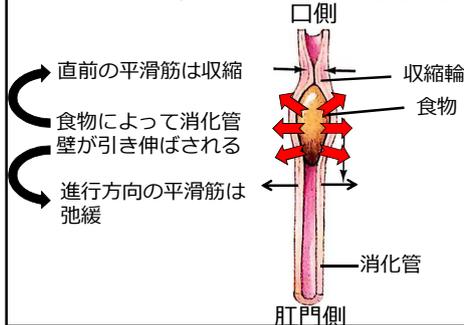
消化管は層構造をしている



「Gray's Anatomy」より

ぜん動運動は筋層間神経叢によって自律的に制御される

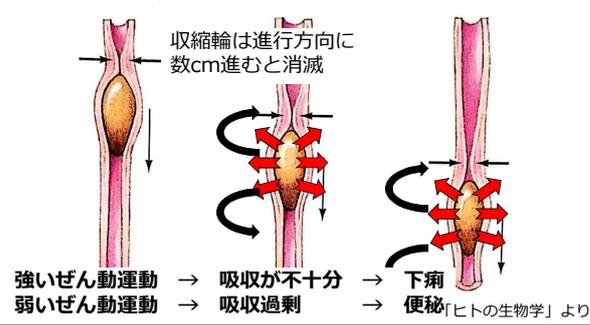
筋層間神経叢が平滑筋（不随意筋）の収縮・弛緩を制御することにより、食物を口側から肛門側へ移動させる



「ヒトの生物学」より

ぜん動運動は筋層間神経叢によって自律的に制御される

筋層間神経叢が平滑筋（不随意筋）の収縮・弛緩を制御することにより、食物を口側から肛門側へ移動させる



「ヒトの生物学」より

チェックポイント

- 生体に作用する力を説明できるか？
- 消化管のぜん動運動を説明できるか？

2020/1/23

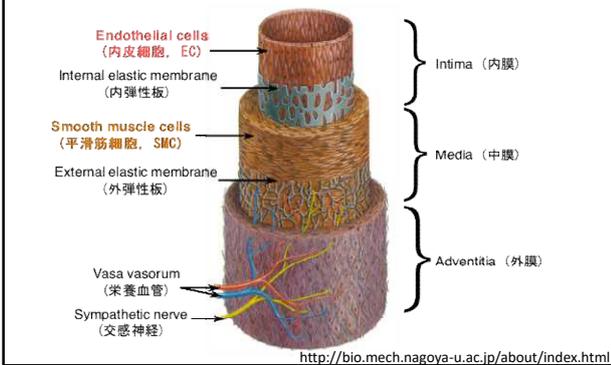
バイオメカニクス



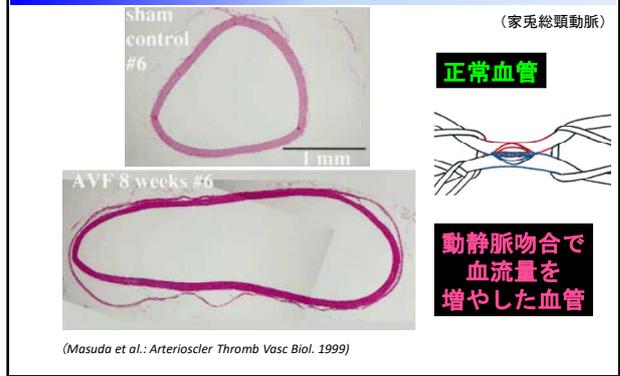
生体に働く力2

医用生体工学研究室
氏原 嘉洋

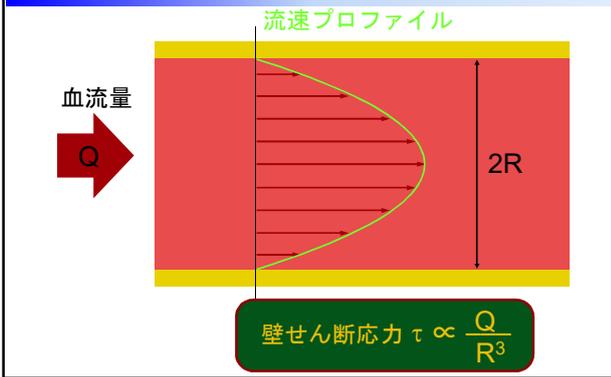
血管壁の構造



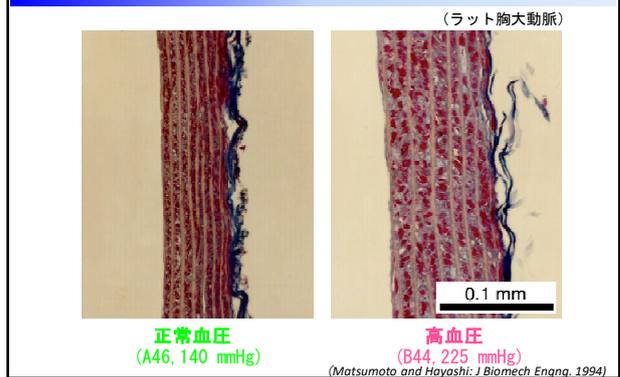
高血流に曝されると、血管径が拡大する



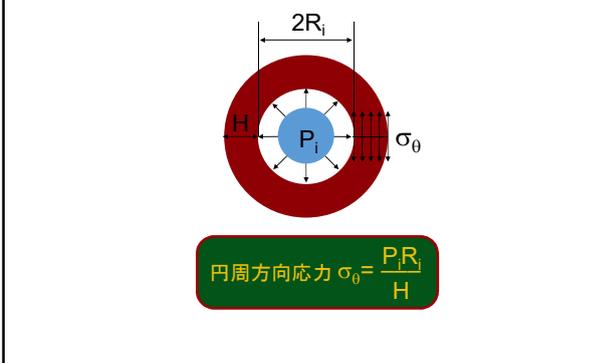
血管壁に加わる力 ～壁せん断応力τ～



高血圧では、血管壁が厚くなる



円周方向応力 σ_θ



細胞骨格 ～細胞の骨組み～



テンセグリティモデル (Ingber, 1993)

引張材
アクチンフィラメント
中間径フィラメント

圧縮材
微小管

引張材が全体をバランスよく引っ張り、圧縮材がその力を受け止めることにより、極めて安定な構造をとる

繰返引張に対する応答：血管平滑筋細胞

Direction of stretch

自らに加わるひずみを最小化するように配向？

Before stretch Cyclic stretch (10%, 1Hz x 22h)

チャンバーの変形

引張り

繰返引張に対する応答：血管平滑筋細胞

Direction of stretch

Center of membrane Close to clamp

Cyclic stretch (10%, 1Hz x 22h)

チェックポイント

- 血管の力学的応答を説明できるか？
- 細胞骨格構造を説明できるか？
- 細胞の力学的応答を説明できるか？