

2019/11/27

バイオメカニクス

心臓の動く仕組みを知ろう

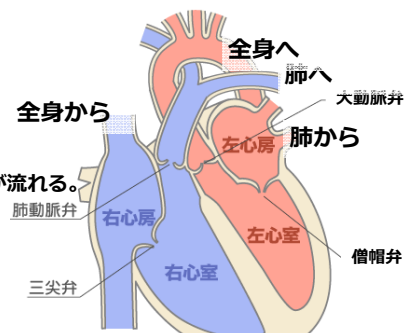
医用生体工学研究室
氏原 嘉洋

ヒトの心臓は4つの部屋で出来ている

ヒト心臓では、

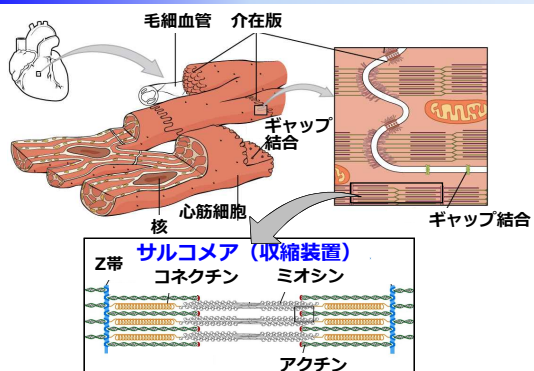
- 右心系
- 肺循環
- 左心系
- 体循環

と直列に血液が流れる。

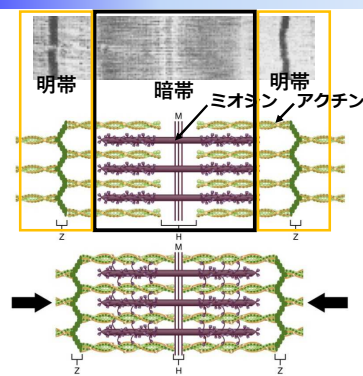


<https://www.kchnet.or.jp/hdc/surgery/disease/valvular.html>

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

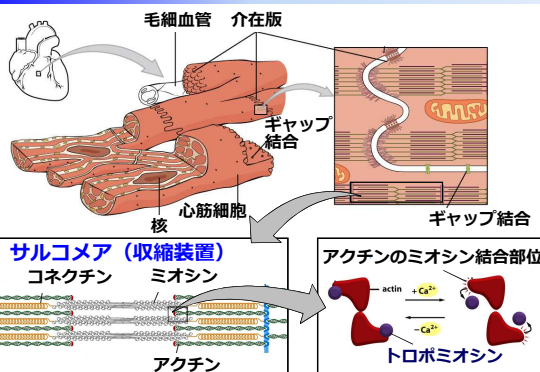


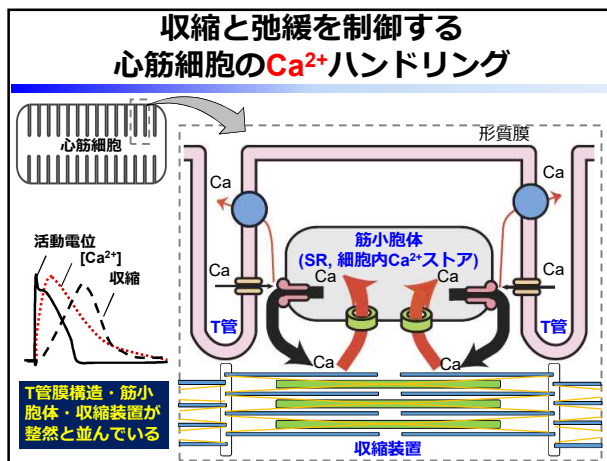
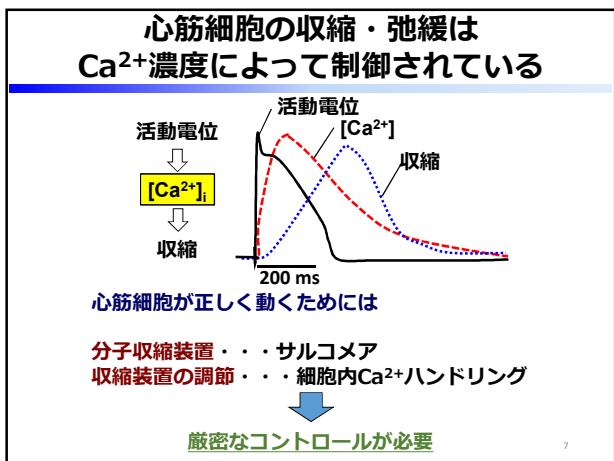
人体はどんな元素で出来ているのか？

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





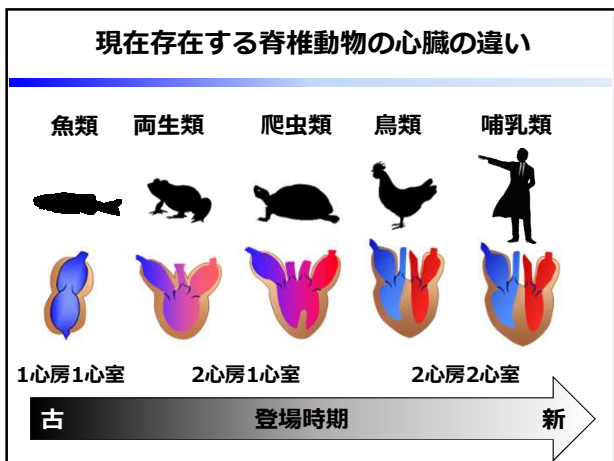
- ### チェックポイント
- 心臓の階層性を説明できるか？
 - 収縮装置 (サルコメア) の動きを説明できるか？
 - 生体内の Ca^{2+} の役割を説明できるか？

2019/12/5

バイオメカニクス

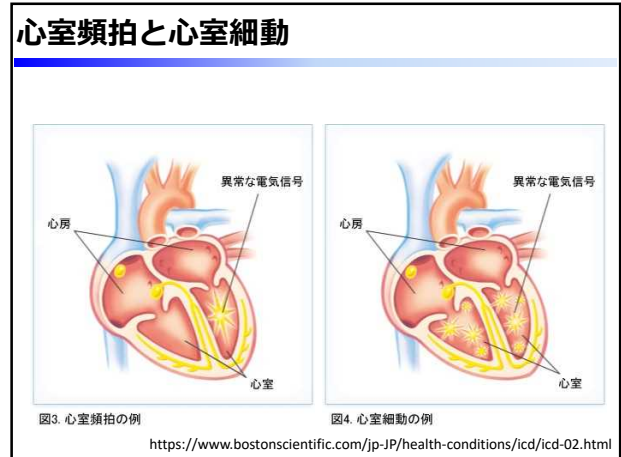
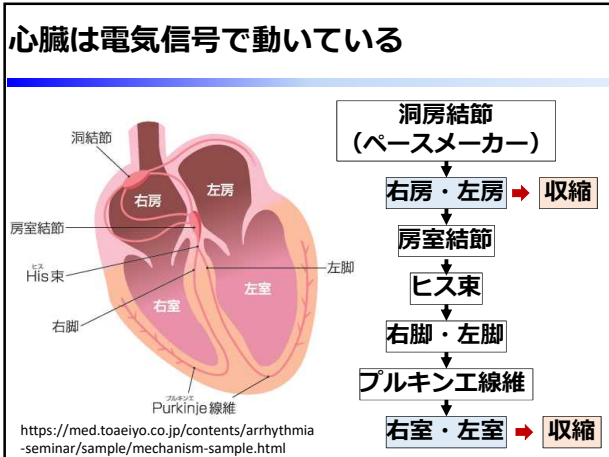
心臓の動く仕組みを知ろう2

医用生体工学研究室
氏原 嘉洋



ラットの心臓は、優れた弛緩能を獲得する一方、受動的な伸展を制限する方向に進化した

	カメ	ラット
心臓		
冠循環	無	有
構造	スポンジ状	緻密
伸展性	高 (良く伸びる)	低
心筋細胞		
形態	細長	幅広
弛緩	遅	早
伸展性	高 (良く伸びる)	低
Ca^{2+} 動態		
T管膜	無	有
排出能	低	高
コネクチン		
ハネ領域	長	短
伸展性	高 (良く伸びる)	低



チェックポイント

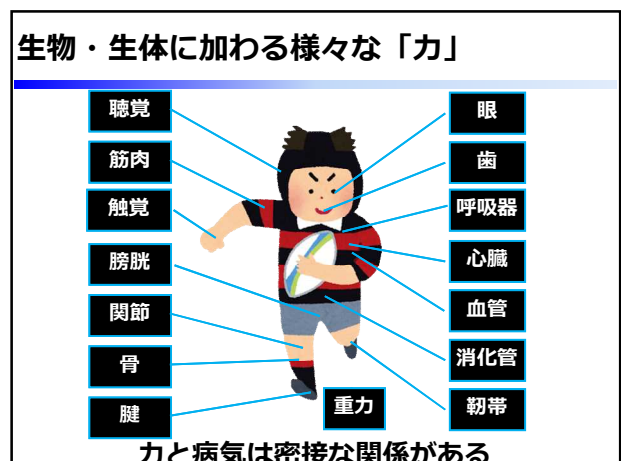
- 脊椎動物の心臓の違いを説明できるか？ どのような動物が特徴的な心臓を持っている？
- 心臓全体の同調的な動きの仕組みを説明できるか？

2020/1/16

バイオメカニクス

生体に働く力1

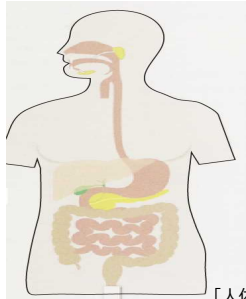
医用生体工学研究室
氏原 嘉洋



消化管の役割

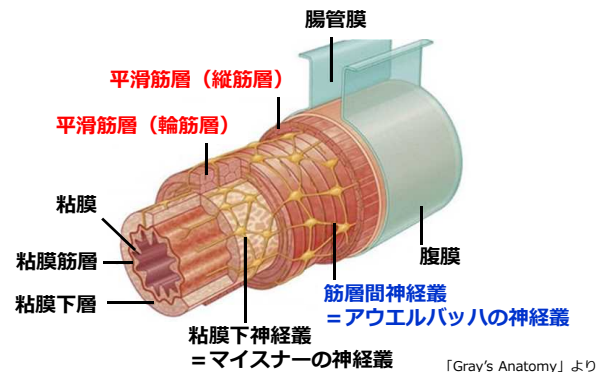
外界の環境にある食物を低分子の栄養素に分解し、細胞が利用できる形に変える

- ・運動
- ・消化
- ・吸収
- ・廃棄



「人体の正常構造と機能」より

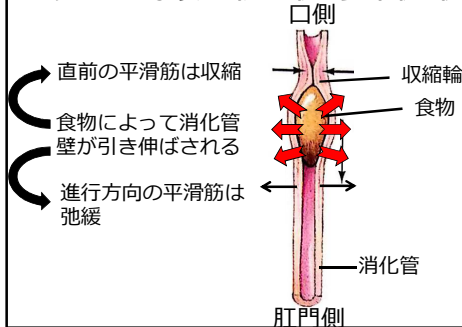
消化管は層構造をしている



「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

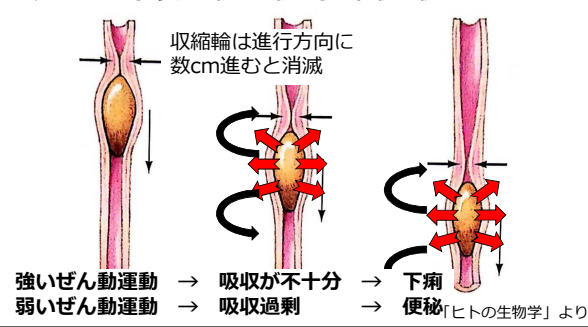
筋層間神経叢が平滑筋（不随意筋）の収縮・弛緩を制御することにより、食物を口側から肛門側へ移動させる



「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

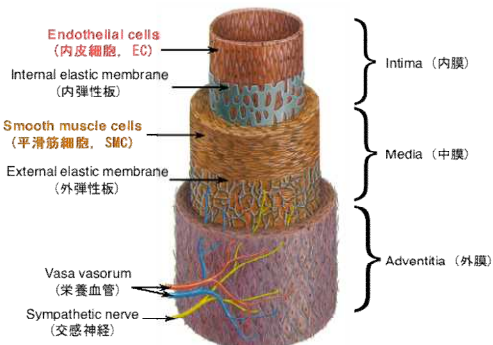
バイオメカニクス



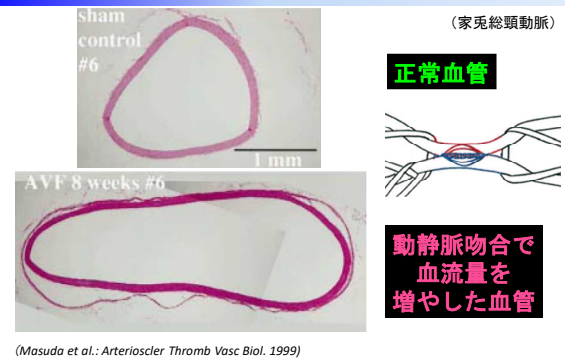
生体に働く力2

医用生体工学研究室
氏原 嘉洋

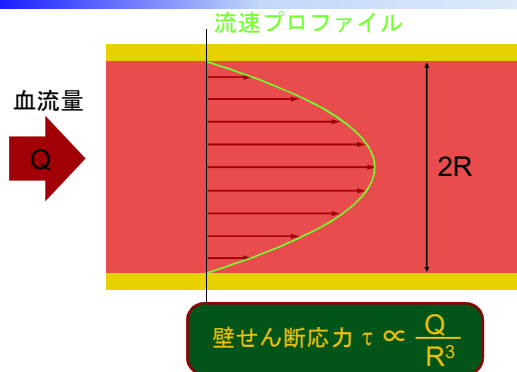
血管壁の構造



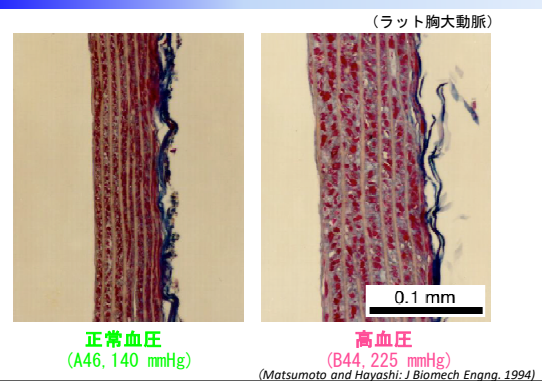
高血流に曝されると、血管径が拡大する



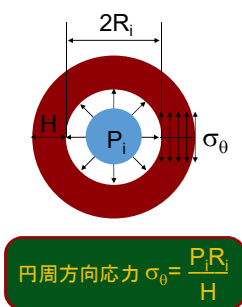
血管壁に加わる力 ～壁せん断応力τ～



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～

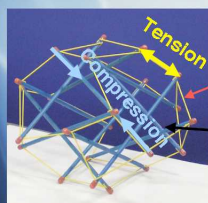
アクチンフィラメント (Actin filaments)
直径 5-9 nm 螺旋状
伸びにくく切れやすい
細胞の移動や接着

微小管 (Microtubules)
直径 25 nm 中空の円筒状
硬い
細胞分裂

中間径フィラメント (Intermediate filaments)
直径 10 nm ロープ状
伸びやすく切れにくい
核の裏打ち 接着

20 μ m
The Cell, 2008

テンセグリティモデル (Ingber, 1993)

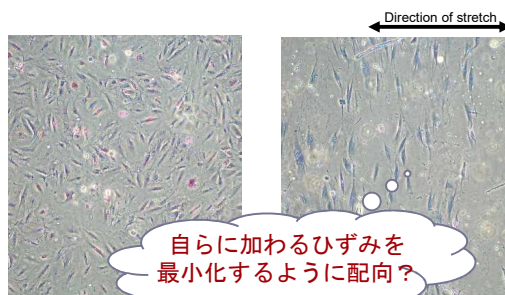


引張材
アクチンフィラメント
中間径フィラメント

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

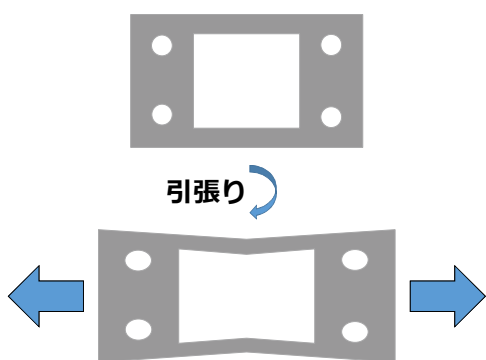
繰返引張に対する応答：血管平滑筋細胞



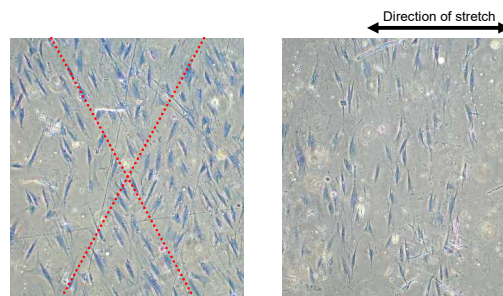
Before stretch

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

チャンバーの変形



繰返引張に対する応答：血管平滑筋細胞



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？