

臨床に  
ダイレクトに  
つながる

# 循環生理

CARDIOVASCULAR  
PHYSIOLOGY CONCEPTS  
SECOND EDITION

たったこれだけで、  
驚くほどわかる!

contents

## 第1章 心血管系を学ぶにあたって

◆ 本章のねらい .....	16
心血管系はなぜ必要なのか .....	16
心血管系の調整 .....	17
心臓と血管の機能 .....	18
心臓 .....	18
血管系 .....	20
心血管系と臓器機能の相互依存 .....	20
心臓および血管機能の調整 .....	21
次章からの内容 .....	22
◆ 本章のまとめ／復習問題／復習問題の解答 .....	22

## 第2章 心臓の電気活動

◆ 本章のねらい .....	24
はじめに .....	25
細胞膜電位 .....	25
静止膜電位 練習問題 2-1 .....	25
イオン勾配の維持 .....	28
イオンチャネル .....	29
活動電位 .....	32
異常活動電位発生によって生じる不整脈 .....	37
心臓内の活動電位の伝導 .....	38
心臓内の電気伝導 .....	38
伝導速度の調節 練習問題 2-2 .....	39
異常伝導 .....	40

リエントリーによる頻拍 <small>症例問題 2-1</small> .....	40
<b>心電図</b> .....	<b>42</b>
心電図トレース .....	42
心電図からの正常・異常調律の解析 <small>症例問題 2-2</small> .....	44
容積伝導体原理と心電図解釈の規則 .....	46
心電図誘導：記録電極の装着位置 <small>症例問題 2-3</small> .....	49
<b>心筋虚血中の電気生理学的変化</b> .....	<b>51</b>
◆ 本章のまとめ／復習問題／復習問題の解答／練習問題と症例問題の解答 .....	52

## 第3章 細胞の構造と機能

◆ 本章のねらい .....	58
<b>はじめに</b> .....	<b>58</b>
<b>心臓の細胞の構造と機能</b> .....	<b>58</b>
筋細胞と筋節 .....	58
興奮収縮連関 .....	61
収縮（変力性）の調節 .....	63
弛緩（変弛緩性）の調節 <small>練習問題 3-1</small> .....	66
心筋細胞の代謝 .....	67
<b>血管の構造と機能</b> .....	<b>67</b>
血管平滑筋細胞 <small>練習問題 3-2</small> .....	68
血管内皮細胞 <small>練習問題 3-3</small> .....	72
◆ 本章のまとめ／復習問題／復習問題の解答／練習問題の解答 .....	74

## 第4章 心機能

◆ 本章のねらい .....	78
<b>はじめに</b> .....	<b>78</b>
<b>心臓の解剖</b> .....	<b>79</b>
心臓の機能的解剖 .....	79
自律神経支配 .....	80
<b>心周期</b> .....	<b>80</b>
心周期図 .....	80
①心房収縮期：房室弁開放と大動脈、肺動脈弁閉鎖 .....	81
②等容性収縮期：すべての弁の閉鎖 .....	82

③急速駆出期：大動脈，肺動脈弁の開放と房室弁閉鎖状態	83
④駆出減少期：大動脈，肺動脈弁の開放と房室弁閉鎖状態	83
⑤等容性弛緩期：すべての弁が閉鎖	83
⑥急速充満期：房室弁開放と大動脈，肺動脈弁閉鎖	84
⑦充満減少期：房室弁開放と大動脈，肺動脈弁閉鎖	84
心室内圧のまとめ	85
心室圧-容量関係	85
<b>心拍出量</b> <small>練習問題 4-1</small>	<b>86</b>
心拍出量の計測	87
心拍出量に対する心拍数と一回拍出量の影響	87
<b>一回拍出量に対する前負荷の影響</b>	<b>88</b>
前負荷に対する心室コンプライアンスの影響	88
張力発生における前負荷の効果（長さ-張力関係）	90
一回拍出量に対する静脈還流の影響（Frank-Starling 機序） <small>練習問題 4-2</small>	92
心室前負荷を決める要因 <small>症例問題 4-1</small>	94
<b>一回拍出量に対する後負荷の影響</b>	<b>95</b>
心筋線維短縮速度に対する後負荷の影響（力-速度関係）	96
Frank-Starling 曲線における後負荷の影響	98
圧-容量ループにおける後負荷の影響 <small>症例問題 4-2</small>	98
<b>一回拍出量に対する変力性の影響</b>	<b>99</b>
長さ-張力関係における変力性の影響	99
力-速度関係における変力性の影響	99
Frank-Starling 曲線における変力性の影響	100
圧-容量ループにおける変力性の影響	100
変力性に影響を及ぼす因子	101
変力性の細胞内メカニズム	102
<b>前負荷，後負荷，変力性の相互依存性</b> <small>症例問題 4-3</small>	<b>102</b>
<b>心筋酸素消費量</b>	<b>104</b>
心筋酸素消費量はどのように測定するのか <small>練習問題 4-3</small>	104
心筋酸素消費量に影響を与える因子	105
◆ 本章のまとめ／復習問題／復習問題の解答／練習問題と症例問題の解答	107

## 第5章 血管の機能

◆ 本章のねらい	114
<b>はじめに</b>	<b>114</b>
<b>解剖と機能</b>	<b>115</b>
血管ネットワーク	115
圧と容量の分布	117

<b>動脈圧</b>	118
平均動脈圧	118
大動脈脈圧	120
<b>血行動態（圧，流量，抵抗）</b>	122
血管長，径，血液粘度が血流抵抗に与える影響 <small>練習問題 5-1</small>	122
層流と乱流	124
血管網の直列配置，並列配置 <small>練習問題 5-2</small> <small>症例問題 5-1</small>	125
<b>体血管抵抗の調節</b>	127
体血管抵抗の計算 <small>練習問題 5-3</small>	128
血管緊張	128
<b>静脈圧</b>	129
静脈血液量とコンプライアンス	129
中心静脈圧と静脈還流に影響する機械的因子	130
中心静脈圧に影響を与える因子のまとめ	133
<b>静脈還流と心拍出量</b>	135
静脈還流と心拍出量のバランス	135
体血管機能曲線	135
心機能曲線	138
心機能曲線と体血管機能曲線の相互作用	138
◆ 本章のまとめ／復習問題／復習問題の解答／練習問題と症例問題の解答	140

## 第6章 心臓および循環の神経体液性調節

◆ 本章のねらい	146
<b>はじめに</b>	146
<b>自律神経による調節</b>	147
心臓と血管の自律神経支配	147
動脈圧の圧受容体によるフィードバック調整 <small>練習問題 6-1</small>	153
化学受容体	157
心臓，循環に影響を与えるその他の自律神経反射	158
<b>体液性（ホルモン性）調節</b>	159
循環カテコラミン <small>練習問題 6-2</small> <small>練習問題 6-3</small>	159
レニン-アンギオテンシン-アルドステロン系 <small>症例問題 6-1</small>	161
心房性ナトリウム利尿ペプチド	163
バソプレシン（抗利尿ホルモン）	164
<b>神経体液性のメカニズムの統合</b>	166
◆ 本章のまとめ／復習問題／復習問題の解答／練習問題と症例問題の解答	166

## 第7章 臓器血流

◆ 本章のねらい	172
はじめに	172
心拍出量の分配	172
血流の局所調節	173
組織因子	174
内皮因子	176
平滑筋（筋性）機序	178
血管外からの圧迫	178
血流自己調節能 <small>練習問題 7-1</small>	178
反応性充血と活動性充血	180
特殊な循環	182
冠血流 <small>症例問題 7-1</small>	182
脳循環	186
骨格筋循環	189
皮膚循環	193
腹部内臓循環	194
腎循環	196
肺循環	199
特殊な循環のまとめ	200
◆ 本章のまとめ／復習問題／復習問題の解答／練習問題と症例問題の解答	201

## 第8章 微小循環の交換機能

◆ 本章のねらい	206
はじめに	206
交換の機序	207
拡散	207
細胞間隙流	208
小胞輸送と能動輸送	208
酸素と二酸化炭素の交換	209
酸素の拡散	209
酸素運搬と摂取 <small>練習問題 8-1</small>	210
二酸化炭素の拡散	213
経毛細管液体交換	213
液体の交換を調節する物理的機序	214

毛細管交換モデル <b>練習問題 8-2</b> .....	219
<b>浮腫の形成</b> .....	220
◆ <b>本章のまとめ／復習問題／復習問題の解答／練習問題の解答</b> .....	222

## 第9章 心血管系の調節，順応と病態生理学

◆ <b>本章のねらい</b> .....	226
<b>はじめに</b> .....	226
<b>運動に対する心血管系応答</b> .....	226
運動に対する心血管系応答に関わる機序 .....	227
運動中の心血管機能の変化 <b>症例問題 9-1</b> .....	229
運動に対する心血管系応答に影響する因子 .....	231
<b>妊娠中の母体における心機能変化</b> .....	233
<b>低血圧</b> .....	234
低血圧の原因 .....	234
血圧低下時の代償機序 <b>症例問題 9-2</b> .....	235
重症かつ遷延性の低血圧後に代償不能となる機序 .....	239
治療介入の生理学的基礎 .....	240
<b>高血圧</b> .....	241
本態性（または原発性）高血圧 .....	241
二次性高血圧 .....	242
治療介入の生理学的基礎 .....	244
<b>心不全</b> .....	245
心不全の原因 .....	245
収縮機能障害 対 拡張機能障害 .....	245
心不全における全身の代償機序 .....	248
心不全による運動制限 .....	249
治療介入の生理学的基礎 <b>症例問題 9-3</b> .....	250
<b>弁膜疾患</b> .....	251
弁狭窄 .....	252
弁逆流 .....	254
◆ <b>本章のまとめ／復習問題／復習問題の解答／症例問題の解答</b> .....	257
<b>索引</b> .....	264