

運動生理学

◆ 序 麻見直美, 川中健太郎

はじめに 運動生理学と栄養学のかかわり 麻見直美, 川中健太郎 14

- 1 身体運動の効果：運動生理学 15 3 スポーツ栄養学とは 16
- 2 身体運動と食事のかかわり：
運動栄養学 16

第 1 章 骨格筋の構造と筋収縮 後藤一成, 土屋吉史 19

- 1 骨格筋の構造 20
- A マクロ的な筋肉の構造と機能 20
 - B 筋線維（筋細胞） 20
 - C 筋原線維 20
 - D アクチンフィラメントとミオシンフィラメント 20
- 2 筋収縮のしくみ 21
- A 活動電位の伝播 21
 - B 筋小胞体からのカルシウム放出 21
 - C アクチンフィラメントとミオシンフィラメント
の相互作用 21
- 3 筋線維の種類 23
- A 速筋線維と遅筋線維 23
 - B スポーツ選手の筋線維組成 23
- 4 筋肉の収縮様式 24
- A 静的収縮 24
 - B 動的収縮 25
- 5 最大筋力の優劣に影響する要因 26
- A 神経系の要因 26
 - B 筋系の要因 26
- 6 トレーニングによる筋力や筋量の変化 26
- A 神経系の改善 26
 - B 筋肥大 27
 - C トレーニングにおける栄養素等の摂取の
重要性 29

スポーツ栄養
への入門

運動が食欲に及ぼす影響：運動後には
食事が減少する？ 30

第 2 章 神経系の役割 澁谷顕一 32

- 1 神経系の構造と機能 33
- A ニューロンの構造 33
 - B 神経系の分類 34

2 中枢神経系	34	4 筋と神経の関係	39
A 脳を構成する細胞と構造	34	A 筋紡錘	39
B 大脳	34	B 伸張反射	41
C 間脳	35	C ゴルジ腱器官	41
D 小脳	35	5 運動単位と筋線維の動員パターン	41
E 脳幹	36	A 運動単位	41
F 脊髄	36	B 興奮閾値	42
3 末梢神経系	36	C 筋線維タイプと動員パターン	43
A 感覚神経	38		
B 運動神経	39	 運動の自動化とフェニルアラニン摂取の必要性	44
C 自律神経	39		

第 3 章 運動と循環・呼吸

飛奈卓郎, 熊原秀晃 46

1 血液の循環と心臓の働き	47	5 肺と組織でのガス交換	55
A 体循環と肺循環	47	A 肺胞でのガス交換	55
B 心臓の拍動と刺激伝導系	47	B 組織でのガス交換	56
C 心臓の働きと心電図	48	C 血液によるガス運搬	56
D 運動時における心臓の働き	49	6 酸素摂取量	57
2 血圧	49	A 酸素摂取量の求め方	57
A 血圧の種類	49	B 運動時の酸素摂取量	57
B 運動と血圧の関係	50	C 最大酸素摂取量	57
3 毛細血管の働き	50	7 運動時のエネルギー代謝	58
A 毛細血管の構造	50	A 運動中に利用されるエネルギー基質	58
B 筋線維の種類と毛細血管密度	50	B 呼吸商	59
4 呼吸と肺の働き	51	C 無酸素性作業閾値	59
A 呼吸器系の概要	51	8 トレーニングによる心臓ならびに骨格筋の適応	59
B 肺の構造	51	A 心臓の適応	60
C 肺換気(呼吸運動)のしくみ	51	B 骨格筋の適応	60
D 呼吸の調節	53		
E 呼吸機能の指標	53	 持久走の後に立ち止まらない理由とは?	63
F 運動時の呼吸の変化	54		

第4章

運動とエネルギー源

川中健太郎 66

1 エネルギー源となる栄養素

- A 筋収縮の直接的なエネルギー源であるATP 67
- B ATP再合成に必要なエネルギー産生栄養素：糖質・脂質・タンパク質 67
- C 運動中の主要なエネルギー源である糖質と脂質 69

2 糖質と脂質の貯蔵量・貯蔵形態

- A 糖質の貯蔵 69
- B 脂質の貯蔵 70
- C 身体内の糖質と脂質の貯蔵量 70

3 運動中のエネルギー源としての糖質・脂質の使い分け

- A 運動強度に応じたエネルギー源の使い分け 71
- B 自覚的な運動強度とエネルギー源の使い分け 72

4 糖質と疲労

- A 肝グリコーゲンの枯渇と中枢性疲労 72

- B 筋グリコーゲンの枯渇と末梢性疲労 73

- C 運動終了後の筋グリコーゲン回復 75

5 運動と糖尿病

- A 骨格筋のインスリン抵抗性と糖尿病 76
- B 骨格筋にインスリン抵抗性が生じるしくみ 76
- C 運動がもたらす糖尿病の予防・治療効果 77

6 エネルギー供給系

- A 有酸素系 79
- B 乳酸系 79
- C ATP-CrP系 82
- D 有酸素運動と無酸素運動 82
- E トレーニングがエネルギー供給系に及ぼす影響 82
- F 筋線維の種類とエネルギー供給系 83

-  運動中の糖質摂取 84

-  スポーツ選手の糖質摂取量 84

第5章

エネルギー消費量

緒形ひとみ 86

1 総エネルギー消費量の内訳

- A 基礎代謝量 87
- B 食事誘発性熱産生 88
- C 活動時代謝量（活動誘発性熱産生） 88
- D 身体活動とメッツ（METs） 89
- E 身体活動レベル 89

2 エネルギー消費量の推定法

- A 直接熱量測定法（直接法） 89
- B 間接熱量測定法（間接法） 89

3 エネルギー必要量の推定法

- A 栄養アセスメントによる算出法 95
- B 推定式からの算出法 95

-  増量と減量 98

第6章

身体組成・体格

大河原一憲 101

1 身体組成

- A 身体組成とは 102

- B 成分モデル 102

- C 内臓脂肪組織と皮下脂肪組織 102

D 白色脂肪組織と褐色脂肪組織	103	3 肥満とやせ	107
2 身体組成の測定方法	104	4 スポーツ選手の体格・身体組成	109
A 間接法（実験室レベル）	104	運動と栄養への入門 減量指導における留意点	111
B 簡便法（現場レベル）	105		

第7章

筋肉づくりとタンパク質

中井直也 114

1 タンパク質代謝のしくみ	115	B タンパク質必要量に影響を与える因子	124
A タンパク質とは	115	C タンパク質の過剰摂取	124
B タンパク質の合成	116	4 筋肉づくりに効果的なタンパク質	124
C タンパク質の分解	117	A 植物性タンパク質と動物性タンパク質	124
D アミノ酸の分解	117	B ホエイとカゼイン	124
2 タンパク質代謝に影響を与える要因	119	C 分岐鎖アミノ酸 (BCAA)	125
A 摂食・絶食が筋肉のタンパク質合成と分解に及ぼす影響	119	5 筋肉づくりのためのタンパク質摂取タイミング	125
B 運動が筋肉のタンパク質合成と分解に及ぼす影響	121	A 運動後の摂取タイミング	125
C 加齢が筋肉のタンパク質合成と分解に及ぼす影響	122	B 睡眠前の摂取タイミング	126
D 筋肉のタンパク質合成と分解にかかわるホルモン	122	C 摂取間のインターバル時間	127
3 筋肉づくりのためのタンパク質必要量	123	運動と栄養への入門 筋肉づくりとビタミン D	129
A 1日のタンパク質必要量	123		

第8章

骨づくりと栄養素・身体活動

麻見直美 131

1 骨の構造	132	3 骨の代謝	134
A 人体を構成する骨の構造	132	A 骨量	134
B 骨の基本構造	132	B 骨吸収と骨形成	134
C 骨細胞, 骨芽細胞, 破骨細胞	133	C リモデリングとモデリング	135
2 骨の機能	133	D 骨代謝機構とそれにかかわる栄養素の代謝	136
A 支持機能	133	4 運動・重力と骨量	138
B 運動機能	134	A 重力と骨量	138
C 保護機能	134	B 運動（身体活動）と骨量	138
D 代謝機能	134	C スポーツ選手の骨量	138
E 造血機能	134		

5 栄養素等の摂取と骨量	139	6 Female Athlete Triad	140
A カルシウム	139	A Female Athlete Triad (FAT) とは	140
B タンパク質	139	B FATの現状	141
C エネルギー	139	C FATへの対策（予防および改善案）	141
D その他の栄養素等	139	 望ましい食生活の実践と骨	142

第9章

体温調節と水分補給

林 恵嗣 144

1 熱産生	145	D 運動トレーニングによる変化	148
A 食事による熱産生	145	4 脱水・熱中症対策	148
B 寒冷環境下での熱産生	145	A 運動時の発汗と脱水	148
2 熱放散	146	B 熱中症	148
A 蒸発性熱放散	146	5 水分・電解質補給	150
B 非蒸発性熱放散	147	A 水分・電解質補給法	150
3 体温調節機構	147	B 運動誘発性低ナトリウム血症	151
A 温度の受容	147	C 運動と味覚の変化	151
B 暑熱順化	147	 熱中症対策とタンパク質	152
C 寒冷順化	148		

第10章

加齢に伴う身体機能の変化

大藏倫博 154

1 筋力・筋量の変化	155	3 全身持久力の変化	161
A 筋力の変化	155	A 最大酸素摂取量の変化	161
B 筋量の変化	155	B 呼吸器系機能が全身持久力に与える影響	163
C 筋線維レベルでの変化	156	C 循環器系機能が全身持久力に与える影響	164
D サルコペニア	156	D 運動の効果	164
E 運動の効果	158	4 ロコモティブシンドローム	164
2 骨量の変化	158	 フレイル予防における運動と食事の意義	166
A 加齢と骨量減少	158		
B 骨粗鬆症	160		
C 運動の効果	161		

第11章 運動と健康

飛奈卓郎, 熊原秀晃 169

1 運動処方	170	D 脂質異常症	179
A 運動のメリットとデメリット	170	E 認知症	180
B 運動条件	170	F がん	180
C 運動強度の考え方	170	G 免疫	183
D 相対的強度	171		
E 運動処方の手順	173	3 新しい運動処方の考え方	183
2 LT 強度の運動による疾患予防効果とそのしくみ	177	A スロージョギングとウォーキング	183
A 肥満	177	B 高強度短時間運動	184
B 糖尿病	177	C 栄養状態と運動効果	185
C 高血圧	178		



肥満の解消には運動と食事制限の併用が理想的? 186

第12章 身体活動と健康

菅 洋子 189

1 身体活動の現状	190	3 健康づくりのための身体活動基準および指針	194
A 身体活動とは	190	A 運動指針作成の背景	194
B 各年代における身体活動等の現状	190	B 身体活動基準 2013	195
2 身体活動の健康への影響	191	C 体力の基準	197
A 身体不活動の健康への悪影響	191	D アクティブガイド	197
B 身体活動量を増やすことによる効果	193		
C 加齢による身体活動減少と健康への悪影響	193		



身体活動を理解することの必要性 198

第13章 スポーツ選手の食事管理

武田哲子, 麻見直美 201

1 スポーツ活動の目的に合わせた食事の考え方	202	C 試合時間を考慮した食事調整	203
2 トレーニング期間の食事	202	D 糖質補給とグリセミックインデックスの活用	203
A 通常トレーニング期の食事	202	E 危機管理を中心とした食事(栄養補給)の考え方	204
B 強化合宿における食事	202		
3 試合前の食事	202	4 試合後の補食・食事	205
A 試合前の調整期間の食事	202	A 試合間に素早く回復するための補食	205
B グリコーゲンローディング	203	B 糖質およびタンパク質補給の目安	205

C 水分補給	205	C カリウム	210
D 試合後の食事の工夫	205	D 塩素	210
5 スポーツ選手の増量・減量	206	E 亜鉛	210
A 増量のための食事	206	8 スポーツにおけるサプリメントの利用	210
B 長期計画による減量時の食事	206	A サプリメントとは	210
C 試合に向けた短期間での減量と食事	207	B 食品とサプリメント	211
6 スポーツ貧血対策	207	C スポーツ選手が利用するサプリメント	211
A スポーツ貧血とは	207	9 運動と食物アレルギー	212
B スポーツ貧血の予防	208	A 食物アレルギーとは	212
C スポーツ貧血の治療	208	B 食物アレルギーの原因食品	212
7 コンディショニングとビタミン・ミネラルの摂取	209	C 食物依存性運動誘発アナフィラキシー	212
A エネルギー産生に重要なビタミン類	209	 あなたはどうなりたいか？	214
B 抗酸化ビタミン	210		

◆ 索引	216
------	-----

Column

筋線維組成の推定法	23	骨量の増加や維持に、タンパク質摂取量が 多いことは有効か？	140
除脳ネコは歩く	36	FATの予防・改善にはスポーツ選手の知識、意識、 認識が大切！	141
心拍数は常に一定？	47	子どもは熱しやすく冷めやすい	151
フルマラソンのペース配分	74	サルコペニア予防のためのおすすめ運動は？	158
NEAT（運動以外の身体活動量）と生活習慣病の リスク	88	測定時の運動様式で最大酸素摂取量は変わる！？	162
食べる量を減らしても太ることがある？！	94	子どもと身体活動	193
太っている人と普通体形の人との違いは、 NEAT（運動以外の身体活動量）の総量？！	97	睡眠による休養のススメ	195
運動とオートファジー	118	目安は目安	206
運動と骨の強度の関係	139		