

POT

基礎から学ぶ

運動学ノート

中島 雅美 中島 喜代彦 編

第2版

This book was originally published in Japanese
under the title of :

PT・OT KISO-KARA-MANABU
UNDOGAKU NOTO
(Exercises of Basic Kinesiology for PT・OT)

Editor :

NAKASHIMA, Masami

PTOT Gakushu Kyouiku Kenkyujo

NAKASHIMA, Kiyohiko

Kyushu Medical Sports Vocational School

© 2002 1st ed.

© 2016 2nd ed.

ISHIYAKU PUBLISHERS, INC.

7-10, Honkomagome 1 chome, Bunkyo-ku,

Tokyo 113-8612, Japan

第2版 まえがき

この“運動学ノート”は既刊の『PT・OT基礎から学ぶ』『解剖学ノート』『生理学ノート』の姉妹編として2002年7月に発刊し、すでに14年の歳月が過ぎました。この間、理学療法士・作業療法士を目指す学生の皆様をはじめ、柔道整復師やアスレティックトレーナーなどを目指す方々にもご利用いただきましたこと心より感謝申し上げます。

このノートのコンセプトは初版でも述べたように、国家試験に対処できるレベルの知識の整理に役立つことです。その意味においてこのたび上記職種の国家試験問題を再分析したうえで、各章の内容を深く掘り下げたり、「関節の安定性と運動性」など新規の内容を追加したりするなど大々的な改訂を行いました。その結果、初版に比べ頁数が増え、学生諸氏の学習負担を増加させるのではという懸念を持ちつつも、逆に情報過多で選択するものが数多くある現在の学習環境の中で、自己学習の羅針盤的な役割を果たせるものを提供できたのではなかろうかと思う次第です。

直近15年の国家試験問題を時系列的に分析してみると、“運動学”に関わらずすべての領域において確実に設問の難易度は上がっており、国家試験前の数か月の対策だけで合格できる状況ではなくなってきています。裏を返せば着実・確実な学習の積み上げの上に国家試験合格の栄冠があるということです。学生諸氏にあつては、入学時から真摯な態度で授業に望み、授業後の復習などにこのノートを最大限に活用して必要な知識を着実・確実に身につけていってください。また合わせて国家試験準備にも活用して、合格の栄冠を手に入れてください。

最後に、改訂版の発刊にあたり、編集・校正をはじめ著者の無理なお願いにも快く対処いただいた医歯薬出版株式会社編集部の皆様に深く感謝申し上げます。

2016年12月

中 島 雅 美

中 島 喜代彦

第1版 まえがき

「PT・OT基礎から学ぶノート」シリーズも、「解剖学ノート」「生理学ノート」に次いで、ついに「運動学ノート」を出版することになりました。このノートシリーズは、理学療法士・作業療法士、またその他のパラメディカルスタッフを目指す学生諸氏のための自主学習ノートとして作成したものです。

“解剖学”も“生理学”も「医学の基礎の土台となる学問」といわれており、医学の道を目指すあらゆる分野の学生諸氏にとっては必ず修得しなければならない学問です。“解剖学”は「基礎医学の王」であり、人体という生物を細胞の分野まで分解してその人体組織の構造を専門的に学ぶ学問です。また“生理学”は「基礎医学の女王」ともいわれ、解剖学により分解された人体組織がどのように働いて人間が生きているのかを専門的に学ぶ学問です。

では“運動学”はというと「医学と物理学の架け橋」といわれている学問で、医学の中の独立した学問体系ではなく、人間の運動をみる一つの立場としての応用の学問といえるものです。人間の運動は、人間が地球上に存在するかぎり常に重力という力学的現象の影響を受けています。ですから単に解剖学的要素や生理学的要素だけで人間の運動を分析することは困難です。人間は人間として特徴的な運動をしている動物であり、その人間は人間としての運動に障害をきたすと、一人で自立した生活が困難になってしまいます。そういう意味において医学の分野で“運動学”は、やはり「基礎医学分野の学問」としてとらえられているのです。ですから「基礎医学」を学ぶ学生の中でも、特に運動障害を対象とする医療従事者の医師や理学療法士や作業療法士をめざす学生には“運動学”は特に必須の学問になるのです。先ほども述べたように“運動学”は「基礎医学」ではありますが、“物理学”の応用の上に成り立っている「基礎医学」です。ですから“運動学”を学ぼうとしている学生が“運動学”を最も難解な「基礎医学」と思っている理由の一つには、この“物理学”に原因があるのだと思います。かく言う私も実は学生時代に“運動学”を苦手としていた一人です。ですので学生の気持ちがたいへんよくわかります。

特に近年では社会的要請に応じて、理学療法士・作業療法士の養成校は年々増加傾向にあります。そこで学んでいる学生が養成校を受験する際の入学試験で“物理学”を受験せずに入学したり、また高等学校のカリキュラムで“物理学”を選択していなかったりという現状が、“運動学＝苦手”意識に拍車をかけているようなのです。でも先ほど述べたように“運動学”は、理学療法士・作業療法士にとっては

必ず制覇しなければならない大変重要な「基礎医学」ですから、苦手意識を克服し、積極的に得意科目にしていかなければなりません。

そこで今回、この“運動学ノート”の内容を以下のことに重点をおいて編集を行いました。物理学(特に力学)の基礎知識に関する章を第1章に設けて運動学を学ぶうえで必要な“物理学”を理解できるようにする。できるだけ多くの絵や図などを用いてイメージ化を図る。付録として筋の作用と神経支配の表を作成する。重要点は自分で書き込めるように空欄を設ける。各章毎の演習問題に実際に出題された過去の国家試験問題を使用する。基礎問題や演習問題の解答・解説をできるだけ詳しく図説化して理解しやすいようにする、等々です。また、特に人間の特徴としてあげられる“歩行運動”に関する章で、臨床運動学的内容としての“異常歩行”を取り上げました。これに関しては基礎医学の範囲を逸脱していますので、1年生のレベルでは非常に難易度が高いと思われます。しかし、国家試験を見据えた運動学としては知っておくべき内容だと思いますので、高学年や臨床実習、国家試験対策の時期に学習していただければ幸いです。

“解剖学ノート”“生理学ノート”と同様にこの“運動学ノート”も、学校での講義の予習や復習に、定期試験前の知識の整理に、そして国家試験前の準備対策としての学習に活用していただければと願っています。そうして「私の得意科目は運動学です」と言える理学療法士・作業療法士になっていただきたいと願っております。

また、本書を作成するにあたり、国内外の著名な解剖学書や運動学書、また基礎物理学書を参考にいたしました。それらの書名を巻末に引用文献、参考文献として掲げさせていただきました。学生諸氏には是非これらの文献にも一度目を通していただくことをお勧めいたします。また、参考にさせていただいた本の著者の先生方にはこの書面を借りて心より御礼申し上げます。

最後に本書の出版にあたり並々ならぬご助力・ご協力をいただいた医歯薬出版株式会社編集担当者の方々に心より感謝申し上げます。

2002年 6月

中 島 雅 美

中 島 喜代彦

CONTENTS

目次

第2版 まえがき	iii
第1版 まえがき	iv
本書の使い方	xi

第1章 運動学総論

1 運動学とは	2
① 運動学とは	2
② 身体運動に関与する力	2
2 力学の基礎	3
① 生体力学とは	3
② 力学の構成	3
③ 力学で使う単位	4
基礎問題	5
演習問題	5
3 身体(運動)の面と軸	6
① 肢位(position)	6
② 運動の面と軸	6
4 加速度・ベクトル・モーメント	7
① 各種の物理量	7
② 力とベクトル	10
③ モーメント	12
基礎問題	14
演習問題	14
5 運動の法則	15
① 運動の3つの法則	15
② 重力加速度と重量	16
③ 質量・重量・力の単位	17
基礎問題	17
6 仕事と力学的エネルギー	18
① 仕事(work)	18
② 力学的エネルギー	19
基礎問題	20
演習問題	20
7 身体とてこ	21
① てこの種類	21
② 関節角度と力の関係	23
③ 滑車と輪軸	24

基礎問題	25
演習問題	29
8 骨の構造と機能	31
① 骨の形状からみた分類	31
② 骨の基本構造	31
③ 骨の機能	32
④ 骨の構成成分	32
⑤ 骨のリモデリング	32
⑥ 骨とホルモン・ビタミン	33
基礎問題	33
演習問題	34
9 関節の構造と機能	35
① 関節の定義と分類	35
② 関節(滑膜性連結)の構造	36
③ 関節面の形状からみた分類	37
基礎問題	38
演習問題	39
10 腱および靱帯の構造と機能	40
① 腱の構造と機能	40
② 靱帯の構造と機能	41
基礎問題	41
11 骨格筋の構造と機能	42
① 骨格筋の形状からみた分類	42
② 骨格筋の構造	43
③ 筋収縮のメカニズム	44
④ 骨格筋の筋線維タイプの違いによる特徴	45
基礎問題	46
演習問題	47
12 筋収縮 その1	48
① 関節運動時の役割からみた筋	48
② 筋収縮の様態とその特徴	48
③ 筋収縮様態と関節運動との関係	50
④ リバースアクション(筋の逆作用)	51

基礎問題	51
演習問題	52
13 筋収縮 その2	53
① 運動単位(MU: motor unit)	53
② 神経支配比	54
③ 筋張力	54
④ 筋肥大と筋萎縮	55
基礎問題	55
演習問題	56
14 関節の安定性と運動性	57
① 関節の安定性(joint stability)	57
② 関節の運動性(joint mobility)	59
③ 関節の安定性と運動性との関係	60
15 運動の中樞神経機構	61
① 随意運動と反射運動	61
② 反射運動	61
③ 伸張反射	62
④ 随意運動の中樞機構	62
基礎問題	63
演習問題	64
16 運動とエネルギー代謝	65
① ATPの生成過程	65
② 代謝当量(代謝率: metabolic equivalents, METs)	66
基礎問題	66
17 運動と呼吸・循環	67
① 運動時の呼吸数と換気量	67
② 酸素摂取量	67
③ 無酸素性作業閾値(anaerobic threshold: AT)	68
④ 運動時の心拍出量	68
⑤ 運動時の血圧	69
基礎問題	69

第2章 上肢の運動学

1 上肢の解剖学	72
① 上肢の骨格(右上肢前面)	72
② 上肢骨のまとめ	72
③ 上肢の骨(右上肢)	73
④ 上肢の神経	76
⑤ 上肢の血管	77
⑥ 上肢の神経と筋・皮膚	78
基礎問題	81
演習問題	82
2 上肢帯の運動学	84
① 胸鎖関節	84
② 鎖骨の可動域	84
③ 肩鎖関節(右前面)	85
④ 肩甲胸郭(仮性)関節	85
⑤ 上肢帯の運動と筋	87
基礎問題	88
演習問題	88
3 肩関節の運動学	90
① 肩関節とは	90
② 肩甲上腕関節(右前方より)	90
③ 肩関節の靱帯(右前面)	91
④ 回旋筋腱板(rotator cuff)	92
⑤ 肩関節の運動と筋	93
基礎問題	95
演習問題	96
4 肘関節と前腕の運動学	98
① 肘関節の構造	98
② 肘関節の運動に関与する筋	99
③ 前腕の関節	100
④ 橈尺関節の靱帯と前腕骨間膜	100
⑤ 前腕の運動に関与する筋	101
基礎問題	101
演習問題	103
5 手関節の運動学	104
① 手関節の構成	104
② 手根管の内部構造	105
③ 手関節の運動に関与する筋	106
基礎問題	107
演習問題	107

6 手の運動学 その1

① 手を構成する骨と関節	108
② 手指の運動と筋	110
③ 手指の外来筋(筋の起始部が手関節より中枢側にある)	111
④ 手指の内在筋(または固有筋: 筋の起始部が手関節より末梢側にある)	112
⑤ 指の屈曲機構	113
⑥ 指の伸展機構	114
基礎問題	115
演習問題	115
7 手の運動学 その2	117
① 手の肢位	117
② 手の変形	118
基礎問題	120
演習問題	120

第3章 下肢の運動学

1 下肢の解剖学	122
① 下肢の骨格(左下肢前面)	122
② 下肢骨のまとめ	122
③ 下肢帯(または骨盤帯)の骨	123
④ 大腿骨	124
⑤ 下腿骨	124
⑥ 足部の骨	125
⑦ 下肢の神経と動脈	126
⑧ 下肢の神経と筋(右大腿前面)	127
⑨ 下肢の皮膚感覚	129
基礎問題	130
演習問題	131
2 股関節の運動学	132
① 股関節の構造(右股関節横断面前方から観察)	132
② 股関節の靱帯	132
③ 股関節に働く筋	133
④ 股関節の運動と筋	135
基礎問題	136
演習問題	136

3 膝関節の運動学

① 膝関節の構造	138
② 膝関節の半月	140
③ 膝関節の靱帯	141
④ 膝関節に働く筋	143
⑤ 膝関節の運動と筋	144
⑥ 膝関節の動きの特徴	144
基礎問題	147
演習問題	148
4 足関節と足部の運動学	150
① 足関節と足部の骨と関節	150
② 主な関節の特徴	152
③ 足関節および足部の靱帯	153
④ 足関節に働く筋	154
⑤ 足関節の運動と筋	156
⑥ 足趾に働く筋	158
⑦ 足趾の運動と筋	159
⑧ 足のアーチの構造	159
⑨ 足のアーチの特徴	160
基礎問題	161
演習問題	164

第4章 体幹の運動学

1 体幹の解剖・運動学	166
① 体幹を構成する骨格(前面)	166
② 脊柱	167
③ 椎骨	167
④ 椎間円板	168
⑤ ユニットの役割	168
⑥ 椎間関節の関節面の方向	169
⑦ 脊柱の可動性	169
基礎問題	170
演習問題	170
2 頸部の運動学	171
① 頸椎の概要	171
② 頸椎の連結と運動	172
③ 頸部の筋	174
④ 頭・頸部の運動と筋	175
基礎問題	175
演習問題	176

3 胸部の運動学きょうぶ うんどうがく.....178

- ① 胸郭.....178
 - ② 胸郭呼吸運動.....178
 - ③ 呼吸に関与する筋.....179
 - ④ 胸部の動きに関与する筋.....180
 - ⑤ 胸部の運動と筋.....181
- 基礎問題.....181
演習問題.....182

4 腰部・骨盤の運動学ようぶ こつばん うんどうがく.....184

- ① 腰部・骨盤の連結.....184
 - ② 仙腸関節.....185
 - ③ 矢状面からみた腰椎弯曲と骨盤傾斜との関係.....186
 - ④ 腰部の筋.....186
 - ⑤ 腰部の運動と筋.....188
- 基礎問題.....189
演習問題.....190

第5章 頭部・顔面の運動学

1 頭蓋骨と顎関節ずがいこつ がくかんせつ.....192

- ① 頭蓋骨を構成する骨とその連結.....192
- ② 顎関節.....193

2 咀嚼そくく.....194

- ① 咀嚼とは.....194
- ② 顎関節の動き.....194
- ③ 咀嚼筋と支配神経.....195

3 表情ひょうじょう.....196

- ① 表情を作り出すしくみ.....196
- ② 機能別表情筋.....196
- ③ 表情筋の支配神経.....197

4 眼球運動がんきゅううんどう.....198

- ① 外眼筋.....198
 - ② 外眼筋の作用と支配神経.....198
- 基礎問題.....199
演習問題.....200

第6章 姿勢

1 姿勢と重心との関係しせい じゅうしん かんけい.....202

- ① 構えと体位.....202
- ② 重心と重心線.....202
- ③ 人体の重心の測定法(直接法)

.....203

④ 自然立位時の重心の位置.....203

- ⑤ 重心線とアライメント
(alignment).....204

基礎問題.....205

演習問題.....205

2 立位姿勢と姿勢保持りつゐしせい しせいほく.....206

- ① 立位姿勢の安定性.....206
 - ② 立位姿勢の安定のための影響因子.....207
 - ③ 立位保持に働く筋.....207
 - ④ 快適な立位姿勢保持のための3要素.....208
 - ⑤ 立位姿勢の重心動揺.....208
 - ⑥ 姿勢の型.....208
 - ⑦ 姿勢制御.....209
- 基礎問題.....209
演習問題.....210

第7章 歩行と走行

1 歩行周期はこうしゅうき.....212

- ① 歩行とは.....212
 - ② 歩行周期と関連用語.....212
 - ③ 歩行周期の区分.....213
 - ④ 歩容要素の新しい定義.....214
- 基礎問題.....215
演習問題.....216

2 運動学的歩行分析うんどうがくてき はこうぶんせき.....217

- ① 歩行時の重心移動.....217
 - ② 歩行時の体節の回旋.....218
 - ③ 歩行時の下肢関節の角度変化.....219
 - ④ 歩行の決定因子.....219
 - ⑤ 歩行時の上肢の運動.....220
- 基礎問題.....220
演習問題.....221

3 運動力学的歩行分析うんどうりきがくてき はこうぶんせき.....222

- ① 足力と床反力.....222
- ② 床反力の3方向の分力.....223
- ③ 踵接地時の床反力のよって生じるトルク.....224
- ④ 荷重反応期と床反力.....225

演習問題.....226

4 歩行時の筋活動はこうじ きんかつどう.....227

- ① 歩行周期からみた筋活動.....227
 - ② 機能面からみた主な筋活動.....228
- 基礎問題.....229
演習問題.....229

5 小児の歩行しょうに はこう.....230

- ① 小児の起立と歩行(発達段階からみた).....230
 - ② 小児の歩行の特徴.....230
- 基礎問題.....231
演習問題.....231

6 異常歩行いじょうはこう.....232

- ① 異常歩行の観察.....232
 - ② 異常歩行とその原因.....233
 - ③ 異常歩行の例.....235
- 基礎問題.....237
演習問題.....238

7 走行そうこう.....239

- ① 走行と歩行の比較.....239
 - ② 走行の特徴.....240
- 基礎問題.....241
演習問題.....241

第8章 運動学習

1 学習と記憶がくしゅう きおく.....244

- ① 学習(learning).....244
 - ② 記憶(memory).....246
- 基礎問題.....248

2 運動技能と学習曲線うんどうぎのう がくしゅうきょくせん.....249

- ① 運動技能(motor skill).....249
 - ② パフォーマンス(performance)と学習曲線(learning curve).....250
- 基礎問題.....253
演習問題.....254

付録 筋の作用と神経支配.....255

文献・参考図書.....263

索引.....265

本書の使い方

本書はPT・OTの運動学に必要な基礎事項が一冊にまとまるように構成されています。

あらかじめ自分の力で考え、調べながら、記入することで、運動学の基礎事項を頭の中で整理できるようになっています。授業で習ったことを補足・確認しながら、一冊のオリジナルの運動学ノートを完成させてください。

1. ① () ……空欄は運動学の基礎事項・重要語句です。図や表で確認しながら記入していきましょう。
2. 解答 ……空欄の解答はページ下にあります。なるべく解答を見ないようにして、自分で調べて、記入し、最後に確認するようにしましょう。
3. SIDE MEMO ……覚えておきたい補足事項を掲載してあります。空いている部分には () に入りきらなかった解答やメモしておきたい事項を記入しましょう。
4. 基礎問題 ……各項目を確認するための問題。学内の試験対策に役立てましょう。解答は解答集に掲載。
5. 演習問題 ……国試の過去問題から頻出される問題を抜粋しました。確実な点数確保のために国試対策の最終チェックとして役立てましょう。解答は解答集に掲載。
6. MEMO ……授業で習ったことを空欄に書き込んだり、自分だけのまとめをつくり、オリジナルノートを完成させましょう。
7. 解答集 ……基礎問題、演習問題の解答と解説を巻末に別冊として綴じ込んであります。問題と照らし合わせて使いましょう。

1

第1章 運動学総論

- 1 運動学とは……2
- 2 力学の基礎……3
- 3 身体(運動)の面と軸……6
- 4 加速度・ベクトル・モーメント……7
- 5 運動の法則……15
- 6 仕事と力学的エネルギー……18
- 7 身体とてこ……21
- 8 骨の構造と機能……31
- 9 関節の構造と機能……35
- 10 腱および靭帯の構造と機能……40
- 11 骨格筋の構造と機能……42
- 12 筋収縮 その1……48
- 13 筋収縮 その2……53
- 14 関節の安定性と運動性……57
- 15 運動の中樞神経機構……61
- 16 運動とエネルギー代謝……65
- 17 運動と呼吸・循環……67

1

運動学とは

月 日

SIDE MEMO

運動とは、物体が時間の経過とともに位置を変えることをいう。

① 運動学とは

運動学のことを英語で①()というが、この言葉はギリシャ語の“kinesis”と“logos”の合成語である。“kinesis”または“kine”は②(), “logos”は③()・学説を表していることより、①()とは“動くことに関する学問”ということになる。

運動学は、歴史的には④(), 物理学(特に力学)を基盤として、その後運動生理学や神経生理学などの生理学を取り込み、現在にあつては運動学習などの心理学までを取り込んでいる応用科学に属する学問に位置づけられる。

運動学と類似した学問に⑤()があるが、これは身体運動を力学的原理で説明する分野の学問である。

② 身体運動に関与する力

スポーツをやっているときや普段の何気ない動きをじっくり観察すると、身体運動に関与する力には、①(), 身体に直接加えられる外部抵抗力(external resistance), 筋収縮によって生み出された力(筋張力: muscle tension), ②()の4つがあることがわかる。

これらについて山登りという運動に当てはめて考えてみると、

・①():

本人の自重と背中に背負った荷物の重さによって生じた重量で、地球の中心に向かう力である。(図中の①と③)

・外部抵抗力:

背負った荷物の重さによって生じた重量で、地球の中心に向かう力である。(図中の③)

・筋張力:

特に体幹および下肢伸筋群の筋収縮によってもたらされた力である。(図中の④)

・②():

靴底と山の斜面との接触面に生じ、進行を妨げようとする力である。この②()の反作用で進行方向に進むことができる。(図中の②)



解答 ① ① kinesiology (キネシオロジー) ② 動くこと ③ 学問 ④ 解剖学 ⑤ 生体力学

② ① 重力 ② 摩擦力

2

力学の基礎

月 日

SIDE MEMO

▶変位

物体が運動する際には物体の位置が変化する。この位置変化を変位という。

▶運動の分類方法

- ①関節の運動に基づく分類
- ②筋収縮様式に基づく分類
- ③生体力学に基づく分類
- ④運動発現の理由に基づく分類
- ⑤運動の目的に基づく分類

① 生体力学とは

生体力学 (biomechanics) : 力学的原理を①()
の②()に応用する学問。

② 力学の構成

	分 類	事 項
力学 (mechanics)	①()学 (kinematics)	⑤(), 速度, 加速度
	③()力学 (statics)	力の方向と大きさ 力の作用点 力の⑥() 力のつり合い
	②()学 (kinetics)	⑦()法則 等速運動 加速度運動 重力 摩擦, 粘性 力学的エネルギー ⑧()量

(中村・他¹⁾)

解答

① ① 身体運動 ② 解析

② ① 運動 ② 運動力 ③ 静 ④ 動 ⑤ 変位 ⑥ モーメント ⑦ 運動

⑧ 運動

SIDE MEMO

▶ CGS単位系とMKS単位系

・CGS単位系：長さセンチメートル (cm (C)), 質量にグラム (g (G)), 時間に秒 (second (S)) の単位を採用し, 他の単位をこれから誘導するように定めた単位系.

C : cm

G : g

S : 秒 (s)

・MKS単位系：長さメートル (M), 質量にキログラム (Kg), 時間に秒 (second (S)) の単位を採用し, 他の単位をこれから誘導するように定めた単位系.

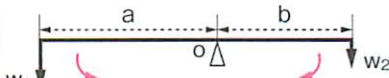
M : m

K : kg

S : 秒 (s)

物理学で扱う単位にはさまざまなものがあるが, それらの単位を組み合わせる場合には同じ単位系の単位に換算してから組み合わせなければならない, 系の違う単位同志を組み合わせるはいけない. 例えば, 10Nの力で物体を加えた力の方向に50cm移動させた場合の仕事量は, $10\text{N} \times 50\text{cm} = 10\text{N} \times 0.5\text{m} = 5\text{N} \cdot \text{m} = 5\text{J}$ と表す.

③ 力学で使う単位

	MKS単位	CGS単位	MKSをCGSへ換算
長さ	① ()	cm (センチメートル)	$1\text{m} = 10^2\text{cm}$
質量	② ()	g (グラム)	$1\text{kg} = 10^3\text{g}$
時間	③ ()	(秒 : セCOND : second)	
速度	④ ()	cm/s (センチメートル毎秒)	$1\text{m/s} = 10^2\text{cm/s}$
	速度とは, 単位時間当たりの移動距離をいう.		
加速度	⑤ () (メートル毎秒毎秒)	cm/s ² (センチメートル毎秒毎秒)	$1\text{m/s}^2 = 10^2\text{cm/s}^2$
	加速度とは, 単位時間当たりの速度の変化をいう.		
力	⑥ ()	dyn (ダイン)	$1\text{N} = 10^5\text{dyn}$
	1Nとは, 質量1kgの物体に1m/s ² の加速度を生じさせる力の大きさをいう. 力の大きさは質量と加速度の積で求められることより, 手のひらに載せた質量1kgの鉄球が地球の中心に向かって手のひらを押ししている力は $1\text{kg} \times 9.8\text{m/s}^2 = 9.8\text{kg} \cdot \text{m/s}^2 = 9.8\text{N}$ となる. この場合の加速度は重力加速度なので 9.8m/s^2 である.		
	1dynとは, 質量1gの物体に1cm/s ² の加速度を生じさせる力の大きさをいう. 手のひらに載せた1円玉 (質量1g) は980dynの力で手のひらを地球の中心に向かって押ししていることになる. $1\text{g} \times 980\text{cm/s}^2 = 980\text{dyn}$ で求められる.		
仕事(量) エネルギー 熱量	⑦ ()	dyn・cm (ダインセンチメートル) または erg (エルグ) $1\text{N} \cdot \text{m} = 1\text{J} = 10^7\text{erg}$	
	仕事(W)とは, ある物体に力(F)を加え, 加えた力の方向に物体がsだけ移動した場合, その力と移動した距離を掛け合わせた量をいい, $W = F \times s$ で表す. ある物体を10Nの力で2m移動させた場合, 加えた力は $10\text{N} \times 2\text{m} = 20\text{N} \cdot \text{m}$ (または20J) の仕事をしたことになる.		
仕事率 (パワー)	⑧ ()	erg/sec (エルグ毎秒)	$1\text{W} = 10^7\text{erg/sec}$
	仕事率とは, 単位時間当たりの仕事量をさす. ある物体に10Nの力を加えて20秒かけて2m移動させた場合の仕事率は1Wとなる. $10\text{N} \times 2\text{m} / 20\text{sec} = 1\text{W}$ で求められる.		
モーメント または トルク	⑨ ()	dyn・cm (ダインセンチメートル) $1\text{N} \cdot \text{m} = 10^7\text{dyn} \cdot \text{cm}$	
	モーメントまたはトルクとは, 加えた力によって生じる回転作用のことである. その値は加えた力Fと, 回転軸から力の作用線に下ろした垂線の長さdとの積 $F \times d$ で表す.  左回りのモーメント 右回りのモーメント このテコにおいて, 右回りのモーメントは $w_2 \times b$, 左回りのモーメントは $w_1 \times a$ で表す. $w_1 \times a = w_2 \times b$ となった時に, このテコは釣り合う.		

解答 ③ ① m (メートル) ② kg (キログラム) ③ s または sec ④ m/s (メートル毎秒)
⑤ m/s² ⑥ N (ニュートン) ⑦ N・m (ニュートンメートル) または J (joule : ジュール)
⑧ w (ワット) ⑨ N・m (ニュートンメートル)

基礎問題

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

1. 身体運動に関与する力

身体運動に関与する力には①()力, 身体に直接加えられる外部抵抗力, 筋収縮によって得られる②()力, および摩擦力がある。

2. 力学の単位

- ・物体が運動したときの物体の位置変化を③()という。
また, 物体が運動したときの単位時間あたりの距離の変化を④()といい, MKS単位系では⑤()で表す。
- ・物体が運動したときの単位時間あたりの速度の変化を⑥()といい, MKS単位系では⑦()で表す。
- ・仕事は力と移動距離の⑧()で表す。
- ・ニュートン (N) は⑨()の単位である。
- ・単位時間当たりの仕事の量を⑩()といい, その単位は⑪()で表す。
- ・力は質量と加速度の⑫()で表す。
- ・モーメントの値は, 加えた⑬()と回転軸から力の作用線に下ろした⑭()の長さとの積で表す。

演習問題

1. 誤っているのはどれか。

1. 加速度とは速度の変化をそれに要した時間で除すことで表される。
2. 力は質量と加速度の積で表される。
3. 仕事量は加えた力と移動距離の積で表される。
4. 力の単位はkgである。
5. 仕事率とは仕事量をそれに要した時間で除すことで表される。

2. 正しいのはどれか。

1. MKS単位系のMはメガの意味である。
2. CGS単位系のSはセンチメートルの意味である。
3. ジュールは仕事量の単位である。
4. ニュートンは質量の単位である。
5. パワーとは仕事率の単位である。

3

身体(運動)の面と軸

月 日

SIDE MEMO

▶身体の基本面

①矢状面

身体を左右に2分する垂直面。

特に左右対称に分ける面を正中(矢状)面という。

②前額面

身体を前後に2分する垂直面。

前額面のことを冠状面ないしは前頭面ともいう。

③水平(横断)面

身体を上下に2分する水平面。

① 肢位(position)

肢位ないしは体位には、重力との位置関係でさまざまなものがある。具体的には臥位、座位、立位といった3つの基本型があり、他に基本型が変容したものがある。

- ・臥位レベル：背臥位(=仰臥位)・腹臥位(=伏臥位)・側臥位・屈膝背臥位
- ・座位レベル：長座位・椅座位
- ・膝立ち位レベル：四つ這い位・膝立ち位
- ・立位レベル：基本的立位・解剖学的立位・片脚立位

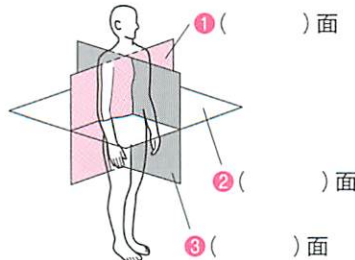
①()的立位肢位

②()的立位肢位

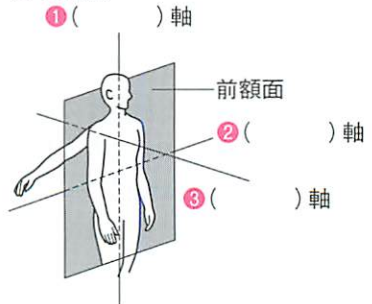


② 運動の面と軸

a. 身体の基本面



b. 運動軸



解答

① ① 基本 ② 解剖学

② a ① 前額 ② 水平 ③ 矢状

b ① 垂直 ② 前額水平 ③ 矢状水平

4

加速度・ベクトル・モーメント

月 日

SIDE MEMO

▶ベクトル量

物理学で扱う種々の量のなかで大きさと方向をもつ量をベクトル量という。変位、速度、加速度、力、運動量、力積などがこれに当たる。

▶スカラー量

ベクトル量に対して方向をもたず、大きさだけで表される量をスカラー量という。長さ、温度、質量などがこれに当たる。

▶力の表示

ベクトルという有向線分で表される。大きさは線分の長さに比例する。方向は矢印の向き。

例：OA, $\vec{V}$

▶加速度

加速度とは速度を加えると書くことより、一般的には単位時間当たりの速度の増加量を意味している。

① 各種の物理量

- a. 変位：物体が運動したときの位置の変化量をいう。

この類似用語に「移動距離」がある。「移動距離」とは単に移動した長さを表しているのに過ぎないが、「変位」は移動した長さに移動した①()が加味されている。例えば、(1)右方向に10m歩いてから、(2)左方向に5m戻って、また(3)右方向に7m歩いた場合、移動距離は②()であるが、変位は③()になる。その意味において、移動距離といった単に長さを表す物理量は④()量に属し、変位は⑤()量に属する。



- b. 速度：単位時間当たりの変位の変化量のこと、その変位量を①()で割ることによって求められる。

速度は、速さと運動する方向を併せもつ②()量として扱う。速度10m/sとは、1秒間に10m先に変位できる速さを意味している。

- c. 加速度：単位時間当たりの速度の変化量のこと、①()を時間で割ることによって求められる。

$$\text{加速度} = \frac{(\text{終わりの速度}) - (\text{初めの速度})}{\text{要した時間}}$$

加速度は速度と同様に②()量として扱う。加速度は速度の変化量をそれに要した時間で割ることによって表されるので、その単位はMKS単位の表記では $\text{m/s/s} = \text{m/s}^2$ 、CGS単位の表記では $\text{cm/s/s} = \text{cm/s}^2$ となる。加速度 10m/s^2 とは、1秒間当たり速度が 10m/s ずつ増加することを意味している。

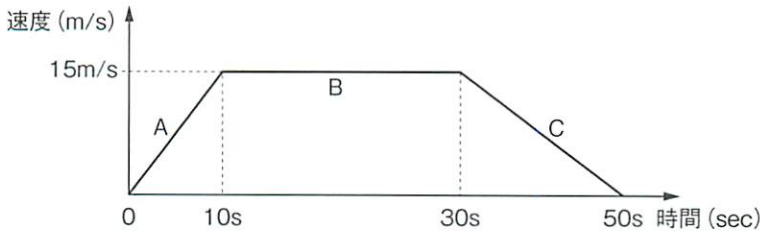
解答 ① a ① 方向 ② 22m ③ 右方向に12m ④ スカラー ⑤ ベクトル

b ① 時間 ② ベクトル

c ① 速度 ② ベクトル

SIDE MEMO

下の図は停止した車が動き出し、そしてまた停止するまでの移動時間とその時の速度の変化を表している。



出発から10秒後に速度が15m/sになり、その後20秒間は15m/sの③()で移動し、そして20秒かけて停止した。区間Aの平均加速度は $(15\text{m/s} - 0\text{m/s}) \div (10\text{s} - 0\text{s}) = 1.5\text{m/s}^2$ となる。

区間Cの平均加速度は $(0\text{m/s} - 15\text{m/s}) \div (50\text{s} - 30\text{s}) = -0.75\text{m/s}^2$ となる。これは1秒あたり速度が0.75m/sずつ減っていることを意味している。このようにマイナス表記の加速度を負の加速度といい、④()を意味する。

地球上において、物を落とせばその物は地表に向かって(地球の中心に向かって)落下するが、それは重力の作用による。この重力の作用により落下物に生じる加速度を⑤()といい、その値は⑥() m/s^2 である。

d. 等速度運動：速度を①()に保った状態での運動をいう(上図の区間B)。

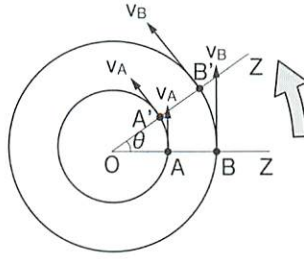
e. 等加速度運動：一定の①() (減速時も同様)での運動をいう(上図の区間Aないしは区間C)。

f. 角速度：肘関節の屈伸など、四肢の多くの関節は関節を軸とした体節の円運動(回転運動)であるので、これに関して角速度という指標を理解しておく必要がある。角速度とは回転体の①()を表す量で、量記号は ω とする。単位は②() (rad/s)を用いる。

$$\omega = \frac{v}{r} \quad (v \text{ は半径 } r \text{ の円周を円運動している物体の速度を表す})$$

- 解答**
- ① c ③ 等速度 ④ 減速 ⑤ 重力加速度 ⑥ 9.8
 - d ① 一定
 - e ① 加速度
 - f ① 回転の速さ ② ラジアン毎秒 ③ $2\pi r$

SIDE MEMO



左図のようにOを中心に線分OZを θ の角度の分だけ移動させたときの線分OZ'上にある点Aの移動先を点A'、点Bの移動先を点B'とした場合、点Aが点A'までの移動に要した時間は点Bのそれと同一の時間となる。しかし、A-A'間の距離とB-B'間の距離とではB-B'間の距離の方が長い。速度は移動距離を要した時間で割ることで求められるため、点Bの移動速度(v_B)は点Aの移動速度(v_A)より速いことになる。半径OAと半径OBの角速度は同じである。ここで、運動会の競技である「台風の目」を思い出してもらいたい。バーの両端に「走るのが速い人」を配置するだろう。

ある物体が半径 r (m) の円の円周上を速さ v (m/s) の等速で動いているとする。この場合1周するのに要する時間を t (s) とした場合、円周の長さは③ () なので、

$$v = \frac{\text{③}}{t}$$

となる。 t は1周するのに要する時間なので、回転運動の「周期」となる。そこで、単位時間(ここでは1秒)あたりに半径が回転する角速度を ω (rad/s) とすると、

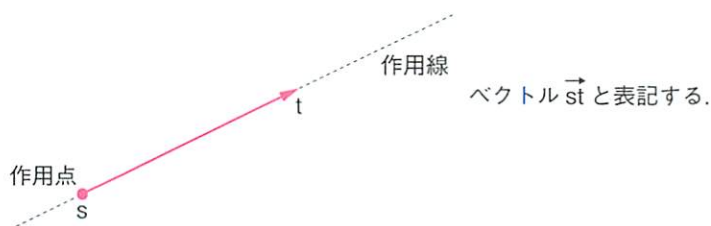
$$\omega = \frac{v}{r} = \frac{2\pi r/t}{r} = \frac{2\pi}{t}$$

となる。よって、2つの上式から $v = r\omega$

SIDE MEMO

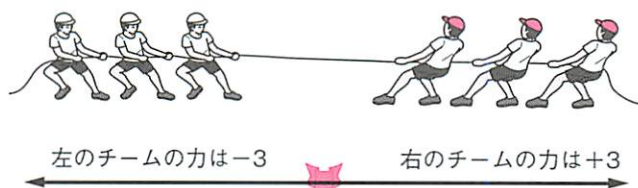
② 力とベクトル

- a. ベクトル：ベクトルとは運搬者、運ぶ者の意である。大きさと
 ① () の2つの変数をもったものである。ベクトルで表
 される量をベクトル量といい、これに属する物理量には
 ② () をはじめ速度や加速度などがある。
- b. ベクトルとしての力：ベクトルは下図のように矢印で表す。力の
 ① () は矢印の長さ、力の② () は矢印の
 向きで表す。



ベクトルの基本を理解するために、綱引きを例にあげる。

仮に同じ能力をもった人を6人集め、3人ずつの2チームに分けて綱引きをした場合の勝負は引き分けとなるが、これについて人1人の力の大きさを1、力の方向については右方向を+（よって左方向は-）として説明する。



この綱引きでは、右のチームは右方向へ3の力の大きさを発揮しているので③ (), 左のチームは左方向へ3の力の大きさを発揮しているので④ () と表記でき、綱からみると両チームの力が同時に加わっているの、両チームの力を足さなければならない。これを式で表すと③ () + ④ () = 0 となる。この足した結果が0となったことは、この勝負が引き分けであることを意味している。

このように力を扱う場合は力の大きさだけではなく、加わっている力の⑤ () を加味することで、数式として取り扱うことができる。

SIDE MEMO

参考までに上記の条件で、右チーム3人、左チーム2人で綱引きをしたとすれば、この綱引きの数式は⑥()と表すことができ、これは⑦()チームが1の力だけ勝っていることを意味し、すなわち右チームの勝ちを表している。

この綱引きの例からもわかるように、ベクトルを扱うには値の大きさだけではなく、方向も加味しなければならないことが理解できたのではなかろうか。

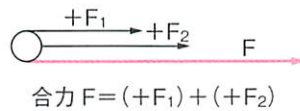
c. 力の合成と分解

- ・力の合成：2つ以上の力の①()を求めることをいい、総和したことにより求められた力を②()という。力の矢印を作図して求める。

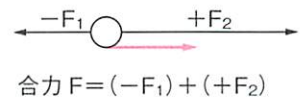
【2つの力が同一線上にあるときの合成】

※この場合、右向きを+、左向きを-で表す。

2力が同じ向き

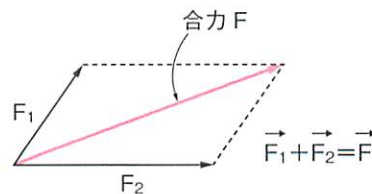


2力が反対の向き



【2つの力が角度をなしているときの合成】

- ③()の法則：平行四辺形の二辺であるベクトル F_1 とベクトル F_2 の合力ベクトル F は平行四辺形の対角線で示される。

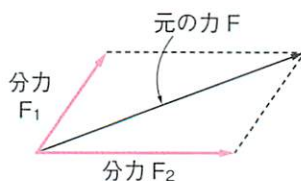


解答

- ② a ① 方向 ② 力
 b ① 大きさ ② 方向 ③ +3 ④ -3 ⑤ 方向 ⑥ $(+3) + (-2) = +1$
 ⑦ 右
 c ① 総和 ② 合力 ③ 平行四辺形

SIDE MEMO

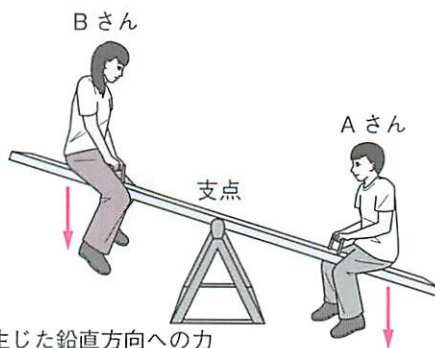
- ・力の分解：1つの力をそれと同じはたらきをする2つ以上の力にわけること。分解されて求められたそれぞれの力を④（ ）という。



一つの力を2つの力に分解するには、分解したい2つの力の方向上に2辺が位置し、かつ分解しようとする元の力を対角線とする平行四辺形を描くとよい。

③ モーメント

モーメント (moment) とは、物体を回転させる作用を表す物理量だが、すぐにはわかりづらい。そこで、モーメントを理解するには、公園のシーソーを想像するとよい。



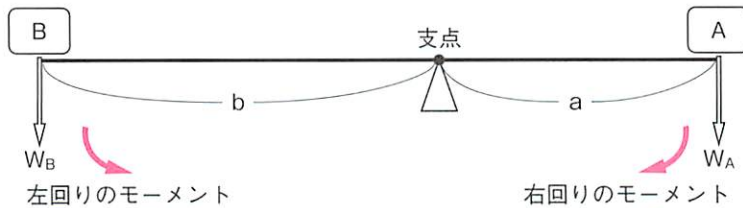
体重により生じた鉛直方向への力

上図のシーソーが右に傾いている理由は、おそらく「AさんがBさんより体重が重いからである」と言っていかもしれないが、もしAさんとBさんの体重の値が同じであるならばこの傾きをどのように説明したらいいのだろうか。

答えはシーソーの支点 (回転軸) から座っている所までの距離がAさん側の方がBさんのそれより長いからとなる。

確かに、シーソー遊びで自分より体重の重い人を持ち上げるには、できるだけ回転軸から後方に座ればよい。このことから、シーソーを回転させる作用は体重により座面に生じた鉛直方向の力の①()だけではなく、支点(回転軸)から座面までの②()も重要な因子であることがわかる。

このように物体を回転させる作用(=モーメント)を規定する因子は、加えた力の①()と、回転軸から力の③()に下ろした垂線の④()である。この2つの因子の積でモーメントの値は表される。すなわち、モーメント(M) = 力(N) × 回転軸から力の作用線に下ろした垂線の長さ(m)となる。単位は⑤()またはkgwm(キログラム重メートル)で表す。



荷物Aの自重により生じる鉛直方向への力を W_A とし、荷物Aから支点までの距離を a とする。同様に荷物Bの自重により生じる鉛直方向への力を W_B とし、荷重Bから支点までの距離を b とすると、右回りのモーメントは⑥(), 左回りのモーメントは⑦()となる。⑥() = ⑦() となれば、この装置はいずれにも回転せずに釣り合った状態を保つことになる。

モーターやエンジンなどの回転軸が固定された装置においては、回転軸に生じたモーメントを⑧()という。

解答

- ③ ① 大きさ ② 距離 ③ 作用線 ④ 長さ ⑤ Nm(ニュートンメートル)
⑥ $W_A \times a$ ⑦ $W_B \times b$ ⑧ トルク(torque)

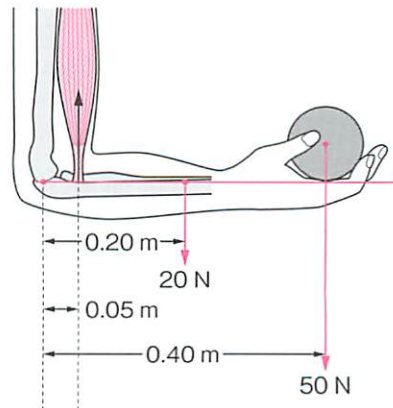
基礎問題

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

- 停止している車が1時間かけて50km移動したときの平均時速は①()である。
- 停止している車が20秒後に速度が36km/hになったときの平均加速度は②() m/s^2 である。
- ベクトルとは大きさと③()といった2つの変数をもったもので、ベクトルで表す物理量には④(), 速度, 加速度などがある。
- 仮に同じ能力をもった人間6人のうち4人をAチーム, 2人をBチームとして綱引きをしたとする。Aチームが綱を引く方向を+としてこの勝負を数式で表すと $(+4) + (\text{⑤}) = (+2)$ となることより, ⑥()チームが⑦()チームに比し⑧()人分強いことがわかる。
- 体重40kgのAさんと体重60kgのBさんがシーソーで釣り合うには, Aさんが回転軸から右側3mの位置に座った場合, Bさんは回転軸から⑨()側⑩()の位置に座らなければならない。
- 体重40kgのAさんが体重50kgのBさんをシーソーで持ち上げるには, Bさんが回転軸から右側4mの位置に座った場合, Aさんは回転軸から⑪()側⑫()を越えた位置に座らなければならない。

演習問題

- 同一平面内に働く力ベクトル F_1 と F_2 が同じ平面上の点Oの周りに作るモーメント M を表す式はどれか。ただし, Oからベクトル F_1 と F_2 の作用線に下ろした垂線の長さをそれぞれ a , b とする。
 - $M = F_1 + F_2$
 - $M = aF_1 + bF_2$
 - $M = \frac{aF_1 + bF_2}{2}$
 - $M = \frac{F_1 + F_2}{a + b}$
 - $M = (F_1 + F_2)(a + b)$
- 手で鉄球を持ち, 図に示す構えを保持した場合, 肘関節にかかる関節反力はどれか。
 - 4N
 - 20N
 - 24N
 - 410N
 - 480N



5

運動の法則

月 日

SIDE MEMO

▶慣性

物体がその運動の現状を保ち続けようとする性質.

▶運動量保存の法則

2つの物体が互いに作用・反作用の力のみで他の外力の作用がなければ2つの運動量の総和は変化しない.

① 運動の3つの法則

a. 運動の第1法則：別名で①()の法則という.

- ・物体に外力が働かない場合や働いていてもその合力が0である場合、その物体はいつまでも②()し続ける.
- ・運動している物体はいつまでも③()続けようとする(この場合、等速直線運動).

【例】・停止していた乗り物が急発進したとき、中の乗客が後方に倒れそうになる.

- ・走行中に急ブレーキをかけても車はすぐには止まらない.

b. 運動の第2法則：力(F) = 質量(m) × 加速度(a)

- ・同じ質量の物体に違う大きさの力を加えた場合、小さな力ではその物体に生じる加速度は小さく、大きな力ではその物体に生じる加速度は大きい、すなわち、生じる加速度は加えた力の大きさに①()する.
- ・質量の違う物体に同じ大きさの力を加えた場合、質量の大きい物体に生じる加速度は小さく、質量の小さい物体には大きな加速度が生じる、すなわち、生じる加速度は質量に②()する.
- ・生じる加速度の方向は加えた力の方向と③()となる.

以上より、

$$\text{力 (F)} = \text{質量 (m)} \times \text{加速度 (a)}$$

が導かれ、この式を④()という.

単位を入れた運動方程式は $\vec{F} \text{ (N)} = m \text{ (kg)} \times \vec{a} \text{ (m/s}^2\text{)}$ となる.

- ・1N(ニュートン)とは、質量1kgの物体に⑤()の加速度を生じせしめる力の大きさをいう.

【留意事項】「10キロの力で荷物を引っ張った」といった表現をよくするが、ここでいうキロはあくまでも質量の単位であるので、正確には「980ニュートンの力で荷物を引っ張った」と表現すべきである.

解答 ① a ① 慣性または惰性 ② 静止 ③ 動き

b ① 比例 ② 反比例 ③ 同一 ④ 運動方程式 ⑤ 1 m/s²

SIDE MEMO

c. 運動の第3法則：別名で①()の法則という。

- ・物体Aが物体Bに力を及ぼすとき、物体Bも物体Aに同一作用線上で同じ力の大きさで、かつ②()方向に力を及ぼしている。

【例】

- ・床の上に起立している場合：立っている人の自重により生じた下向き力(=作用：床を地球の中心に向かって押している力)と同じ力の大きさで床が人を上に向かって押し返す力(=反作用：床反力という)が釣り合っている。
- ・ローラースケートを履いた状態で柱にくくりつけられた綱を引くと、その反作用でスケート靴を履いた人が滑りながら柱に近づいていく。

② 重力加速度と重量

a. 重力加速度：物体が地面に向かって落下しているときに物体に生じる加速度のこと。

地球上での重力加速度の値は①()である。生じる加速度は空気抵抗がないとすれば落下する物体の質量、種類、形に関係なく②()である。

b. 重量：①()に重力加速度を掛け合わせた量。質量は地球上であろうが宇宙空間であろうが②()であるが、重量は万有引力で生じる重力の影響で変わる。地球上で体重60kgの人が月面上では10kgになるが、これは万有引力が月では地球の1/6になるからである。

【例】質量2tの象を地球上で体重計に載せると、その象が体重計を下方に押す力は $2,000(\text{kg}) \times 9.8(\text{m/s}^2) = 19,600(\text{N})$ となるが、無重力の環境で同じことをすれば体重計を下方に押す力は $2,000(\text{kg}) \times 0(\text{m/s}^2) = 0(\text{N})$ となる。

解答 ① c ① 作用・反作用 ② 反対(または逆)

② a ① 9.8m/s^2 ② 同じ

b ① 質量 ② 不変

③ 質量・重量・力の単位

	単位	内容
重量	① ()	標準重力加速度の下で1kgの質量に作用する重力の大きさで表される.
力の重力単位	② ()	質量1kgの分銅に作用する地球引力を1kgwの力としたもの.
力の絶対単位	③ ()	質量1kgの物体に1m/sec ² の加速度を生じさせる力の大きさを1Nとする. (1kgw = (9.8N))

解答 ③ ① kgw(キログラム重) ② kgw(キログラム重) ③ N(ニュートン)

基礎問題

次の()の中に適切な語句を記入しなさい.

- ・車が急ブレーキをかけると、乗車している者は車の進行方向に押し出されるようになるが、これは①()の法則に基づく.
- ・摩擦も空気抵抗も生じない環境で、質量2kgの鉄球に5m/s²の加速度を生じさせるためには②()の力を加える必要がある.
- ・質量500gの物体に15Nの力を加えた場合に生じる加速度は③()である.
- ・人がボート上でオールを漕ぐことで水上を移動できるのは④()の法則に基づく.
- ・地球の中心に向かう重力加速度の値は⑤()である.
- ・地球上に体重70kgの人が立っている場合には地球の中心に向かって⑥()の力が生じている.

6

仕事と力学的エネルギー

月 日

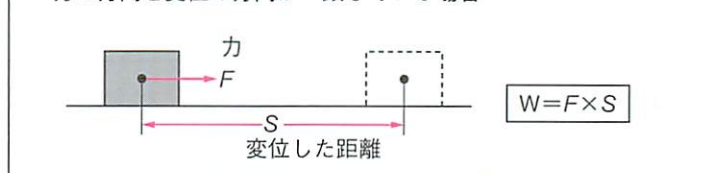
SIDE MEMO

① 仕事 (work)

- a. 仕事 W (J) : 仕事とは、ある物体に一定の力 F (N) を加えた結果、加えた力の方向に物体が s (m) だけ変位したとき、加えた力の大きさと変位した距離の積によって定義される物理量をいう。

力 F のした仕事 W は ① () で表す。

・ 力の方向と変位の方向が一致している場合



・ 力の方向と変位の方向が θ の角度を持つ場合



b. 仕事の単位

① 1 () = 1 N × 1 m

..... 1 N の力が物体に働いて、その方向に物体が 1 m 移動した時の仕事の単位

② 1 () = 1 dyn × 1 cm

..... 1 dyn の力が物体に働いて、その方向に物体が 1 cm 移動した時の仕事の単位

- c. 仕事率：単位時間当たりの ① () のことで、② () ともいう。1 秒間に 1 J の仕事をするときの仕事率は ③ () である。仕事率とは仕事量を単位時間で除したもののなので、仕事量である力 (F) × 変位した距離 (s) をそれに要した時間 (t) で除すと、力 (F) とその方向に物体が変位したときの速度 (v) との ④ () に等しくなるため、仕事率とは力 (F) × 速度 (v) と

解答

① a ① $F \times s$

b ① J (ジュール) ② erg (エルグ)

c ① 仕事量 ② パワー ③ 1 W (ワット) ④ 積

SIDE MEMO

▶ エネルギーとは

物理学でいうエネルギーは、「仕事をする可能性」と定義される。

(例)

「太陽エネルギー」は地表を温め、雲をつくり植物を育てる仕事をしている。

(例)

Aの物体がBの物体に仕事をする。その仕事の結果、Aはエネルギーを失い、Bはエネルギーを得る。AからBに移動したエネルギーを仕事の量(J)で表す。

▶ 力学的エネルギー

①「運動エネルギー」

運動している物体は静止している物体よりもエネルギーを多くもっている。これを「運動エネルギー」という。

②「位置エネルギーの放出」

ジェットコースターはできるだけ高いところから滑り落ちた方がその後の勢いがよいが、これはできるだけ高い所に位置することで大きなエネルギー(これを位置エネルギーが大きいという)を持ち、そのエネルギーをその後の運動のエネルギーに一気に転換させること(これを位置エネルギーの放出という)で勢いを作り出している。

もいえる。

$$\text{仕事率} = \frac{\text{仕事量}}{\text{時間}} = \frac{\text{力} \times \text{変位した距離}}{\text{時間}} = \text{力} \times \frac{\text{変位した距離}}{\text{時間}} = \text{力} \times \text{速度}$$

② 力学的エネルギー

力学的エネルギーは機械的エネルギーともいい、運動エネルギーと位置エネルギーの①()をいう。エネルギーの単位は仕事と同じ②()を使う。

a. 運動エネルギーとは

運動している物体が他の物体に衝突し、その物体を動かしたり変形させたりすることより、運動している物体は運動していること自体でエネルギーを持っているといえる。そのエネルギーを運動エネルギーといい、以下の式で表す。

$$K = \frac{\text{①} ()}{2} \quad (m: \text{物体の質量}, v: \text{運動時の速度})$$

b. 位置エネルギーとは

高い所に位置する物体が重力によって落下すると、地面にめり込んだり、地面から跳ねたりすることより、高い所に位置する物体はそこに位置するということだけでエネルギーを持っているといえる。このエネルギーを①()による位置エネルギーといい、以下の式で表す。

$$U = \text{②} () \quad (m: \text{物体の質量}, g: \text{重力加速度}, h: \text{高さ})$$

c. 力学的エネルギー保存の法則

物体に保存力(重力や弾性力や静電気力)のみが働く場合、力学的エネルギーは①()になる。

$$\text{力学的エネルギー}(E) = \text{運動エネルギー}(K) + \text{位置エネルギー}(U) \\ = \text{一定}$$

遊園地のジェットコースターは位置エネルギーを運動エネルギーに転換して走らせている。

解答 ② ① 和 ② J(ジュール)

a ① mv^2

b ① 重力 ② mgh

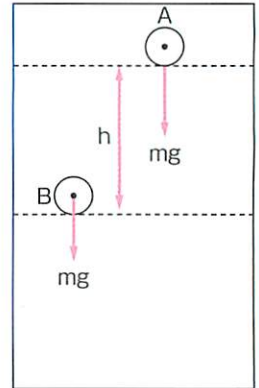
c ① 一定

基礎問題

エネルギー

右図を見て次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

- ・位置エネルギーとは、物体の存在する①()に②()するエネルギーで物体の③()に潜んで待機しているエネルギーである。
- ・重力による位置エネルギーについて、質量 m の物体Aが質量 m の物体Bより h だけ高い位置にあるとき、AはBより④()だけ多くの位置エネルギーをもっているという。
- ・ 19.6 m/s の速度で質量 500 g の物体を地表から真上に投げ上げた。最高点に達したときの物体の重力による位置エネルギーは⑤()Jであり、地表から最高点までの距離は⑥()mである。
- ・水平面に対し 60° の傾きをもって、上右方に 10 N の力の大きさに牽引した場合、水平方向の分力の大きさは⑦()Nである。



演習問題

1. 正しいのはどれか。2つ選べ。
 1. ジェットコースターは位置エネルギーの運動エネルギーへの転換を利用している。
 2. 物体に 5 N の力を加え 5 m 移動させた時の仕事量は 250 J である。
 3. 力学的エネルギーは位置エネルギーと運動エネルギーの和で表される。
 4. 質量 1 kg の物体に 1 m/s^2 の加速度を生じさせる力は 10 N である。
 5. 体重 60 kg の人を支えている床は鉛直上方に 58.8 N で押し返している。
2. 質量 m の物体を傾斜角度 θ の斜面に沿って距離 L だけ引き上げ、高さ H まで持ち上げた。このときの仕事量 W で正しいのはどれか。ただし、摩擦は無視できるものとし、重力加速度を g とする。
 1. $m \cdot L$
 2. $m \cdot g \cdot H$
 3. $m \cdot g \cdot L$
 4. $m \cdot g \cdot \sin \theta \cdot H$
 5. $m \cdot g \cdot \cos \theta \cdot H \cdot L \cdot \sin \theta$

7

身体とてこ

月 日

SIDE MEMO

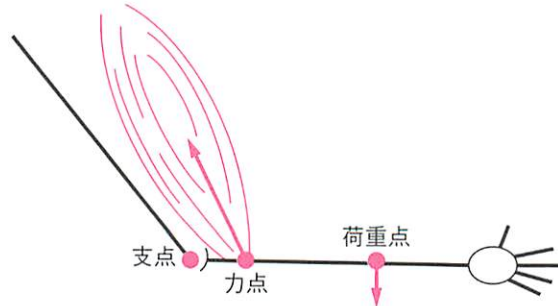
▶剛体とは

力が働いても変形しない物体を剛体という。

一般に剛体に力が働くと剛体は回転運動をしながら移動する(並進運動)。

① てこの種類

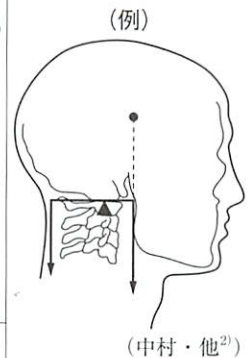
てこは支点、力点、荷重点(または作用点)の位置関係により、以下の3種類に分類される。てこの3つの点を身体運動に当てはめてみると、支点は可動する関節、力点は運動に作用する筋の骨付着部、荷重点は負荷の重心線と、てこの腕が交差する点と考えるとわかりやすい。



- a. 第1のてこ：①()が力点と②()の間にある形のてこで、特徴は③()にある。道具の例としてハサミや釘抜きがある。

釣り合うためには、 $F \times a = W \times b$
 $\therefore a > b$ ならば釣り合いの式から $F < W$ となり、小さな力で重い荷物を動かすことができる。
 しかし、 $a < b$ ならば $F > W$ となり、軽い荷物を動かすにも大きな力が必要となる。

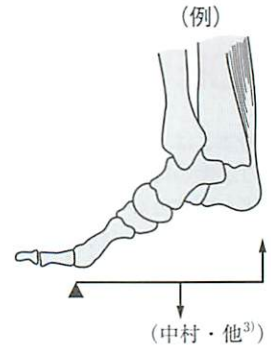
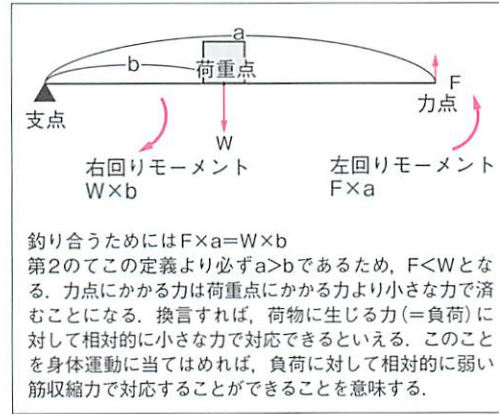
F : 力点にかかる力 W : 荷重点にかかる力
 a : 支点～力点間距離 b : 支点～荷重点間距離



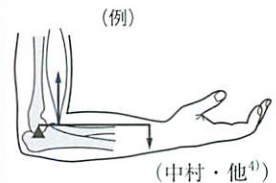
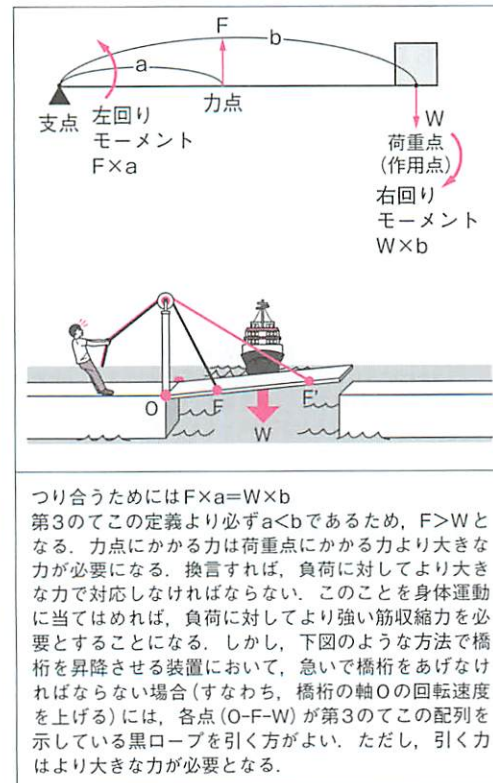
解答 ① a ① 支点 ② 荷重点 ③ 安定性

SIDE MEMO

- b. 第2のてこ：①()が②()と力点の間に
ある形のでこで、特徴は③()にある。道具の例として
栓抜きや穴あけパンチがある。



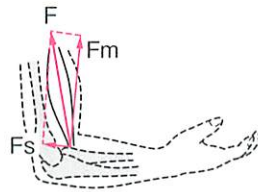
- c. 第3のてこ：①()が②()と荷重点の間に
ある形のでこで、特徴は③()に有利性がある。道具
としての例にはピンセットやホッチキスがある。四肢の関節運動に
多く認められるてこである。



解答 b ① 荷重点 ② 支点 ③ 力の有利性
c ① 力点 ② 支点 ③ 関節運動の速さ

SIDE MEMO

② 関節角度と力の関係



F : 筋が発生する収縮力(または張力)

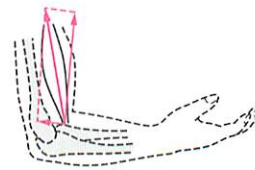
F_m : F の分力で関節を動かす力(運動成分)

F_s : F の分力で関節の安定化に影響する力
(安定成分)

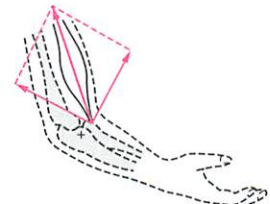
- ・ 鋭角の場合：橈骨を上腕骨から引き離す分力が出現し、関節の安定性は①()する。
- ・ 直角の場合：鈍角の場合と比較して、関節の安定性は②()するが、肘屈曲力は③()する。
- ・ 鈍角の場合：鋭角や直角の場合と比較して、上腕骨に前腕骨を押しつける分力は④()くなり関節の安定性は⑤()が、肘屈曲力は⑥()する。



鋭角の場合



直角の場合



鈍角の場合

(中村・他⁵⁾)

以上のことより、同一の筋が同一の収縮力を発揮しても、関節の位置(角度)が違えば、その筋の収縮力によってもたらされる関節への影響は違ってくることがわかる。

解答 ② ① 低下 ② 低下 ③ 増加 ④ 大き ⑤ 増す ⑥ 減少

SIDE MEMO

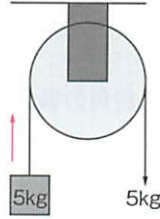
③

滑車と輪軸

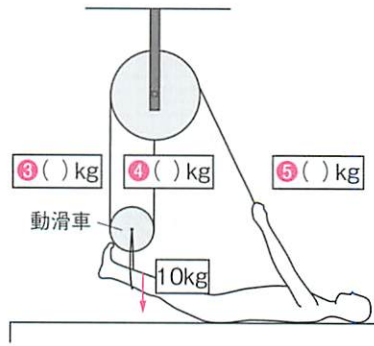
小さな力で重い荷物を動かすため、てこの他に、滑車や輪軸などを利用する。

a. 滑車

- ① () 滑車：力の変換するだけの働きで、釣り合うには荷重による力と同一の力が必要である。

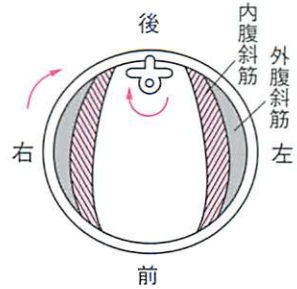
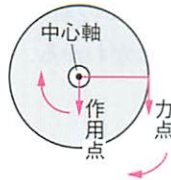


- ② () 滑車：力の変換し、かつ釣り合うために必要な力は荷重による力の半分で済む。



b. 輪軸：中心軸の車軸とそれを中心にして回転する車輪で構成される。

車輪に作用する例



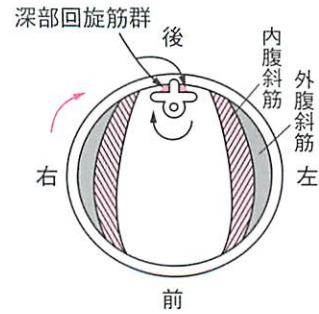
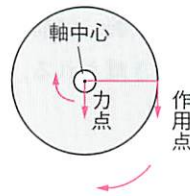
体幹部において① () を車軸とすると② () を車輪にみなすことができる。③ () 筋群は④ () に作用する筋群である。

解答

④ a ① 定 ② 動 ③ 5 ④ 5 ⑤ 5

b ① 脊柱 ② 体幹 ③ 腹斜 ④ 車輪

車軸に作用する例



脊柱を車軸，体幹を車輪と考えると，脊柱に付着する深部回旋筋群の⑤()筋，⑥()筋，⑦()筋は，⑧()に作用して体幹を回旋させる。

解答 b ⑤ 多裂 ⑥ 回旋 ⑦ 半棘(⑤～⑦順不同) ⑧ 脊柱

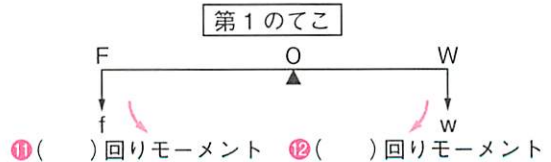
基礎問題

1. てこの釣り合い

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

- ・第1のてこの場合の平衡状態は

$OF \times f$ ①() $OW \times w$



- ・第2のてこの場合も平衡状態は

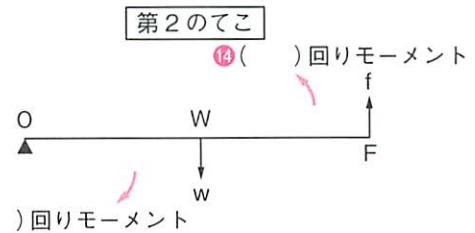
$OF \times f$ ②() $OW \times w$ となる。

第2のてこの定義より

OF ③() OW のなかで，

平衡状態を保つには f ④() w ⑬() 回りモーメント となる。

以上より重い物体を ⑤() い ⑮() 回りモーメント 力で動かすことができる。



- ・第3のてこの場合も平衡状態は

$OF \times f$ ⑥() $OW \times w$ となる。

第3のてこの定義より OF

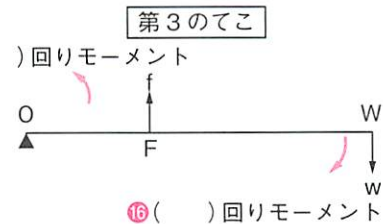
⑦() OW なので，

平衡状態を保つには f ⑧() w となる。

以上より軽い物体でも ⑨()

力が必要となるが，支点での回転速度を

⑩() めることができる。



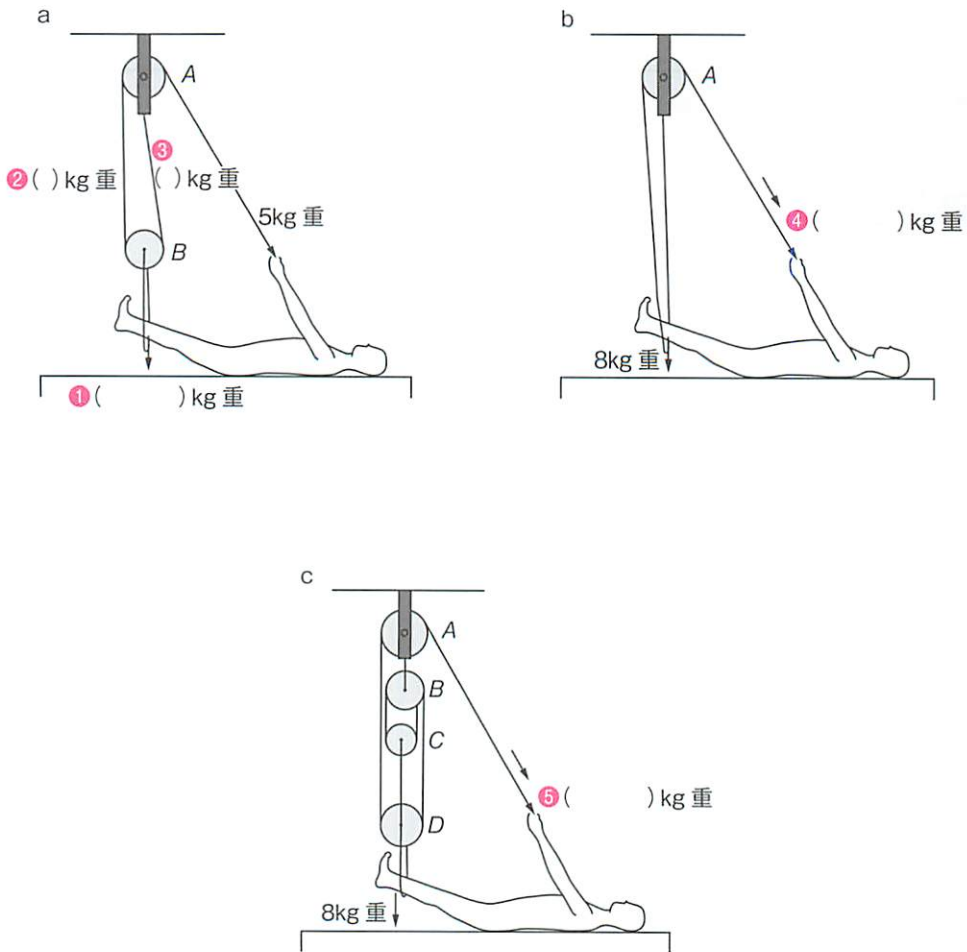
2. 関節角度と力の関係

上腕二頭筋と肘関節に着目した場合を前提として、次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

関節角度が①()角のときは、上腕二頭筋の収縮によって肘屈曲のモーメントは十分に確保されているが、②()は引き離される。上腕二頭筋の収縮力の方向が付着する橈骨長軸に③()する場合、最も④()く肘関節を屈曲させることができる。

3. 滑車と輪軸

次の()の中に適切な数字を記入しなさい。(ただし、滑車および輪軸の質量はないものとみなす)



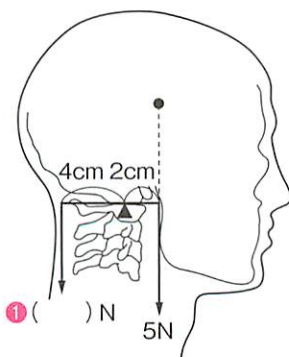
4. 関節運動とてこの種類

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

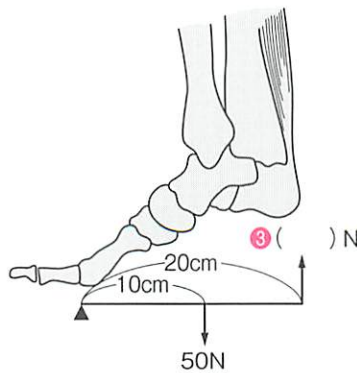
支点	運動方向	作用筋	てこの種類
環椎後頭関節	後屈	板状筋群	第①(第一)のてこ
肩	外転	三角筋	第②(第三)のてこ
肘	伸展	上腕三頭筋	第③(第一)のてこ
肘	屈曲	上腕二頭筋	第④(第三)のてこ
肘	屈曲	腕橈骨筋	第⑤(第二)のてこ
股	片足立位保持	中殿筋	第⑥(第一)のてこ
股	側臥位外転	中殿筋	第⑦(第三)のてこ
膝	座位からの起立	大腿四頭筋	第⑧(第三)のてこ
膝	腹臥位での膝屈曲	ハムストリングス	第⑨(第三)のてこ
母趾球部の接地点	つま先立ち	下腿三頭筋	第⑩(第二)のてこ

5. てこの種類と力

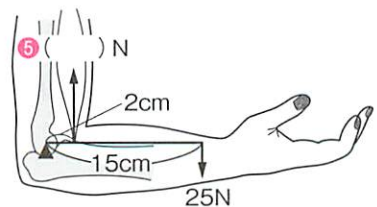
次の図中のてこの種類と、そのてこが釣り合うために必要な力の値を()の中に記入しなさい。



②第(1)のてこ



④第(2)のてこ

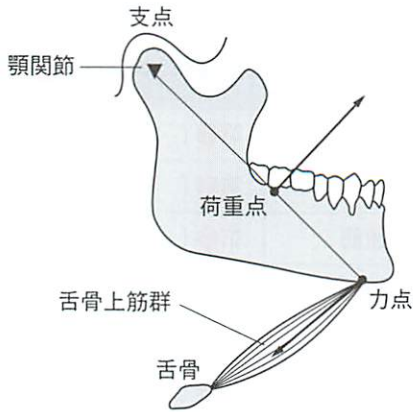


⑥第(3)のてこ

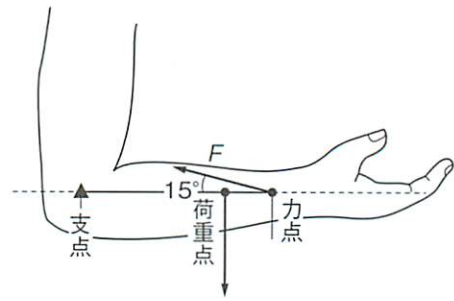
まご
つま先立ち
腕橈骨

500 N

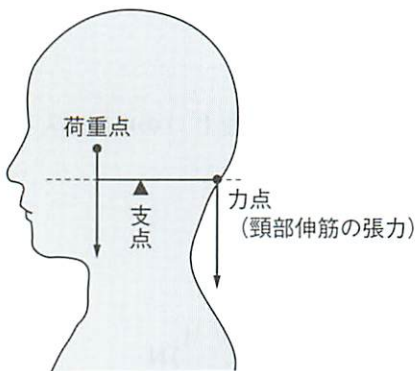
$$\begin{array}{r} 10 \quad 20 \\ \times 50 \quad \times 50 \\ \hline 500 \quad 1000 \\ \hline 1500 \end{array}$$



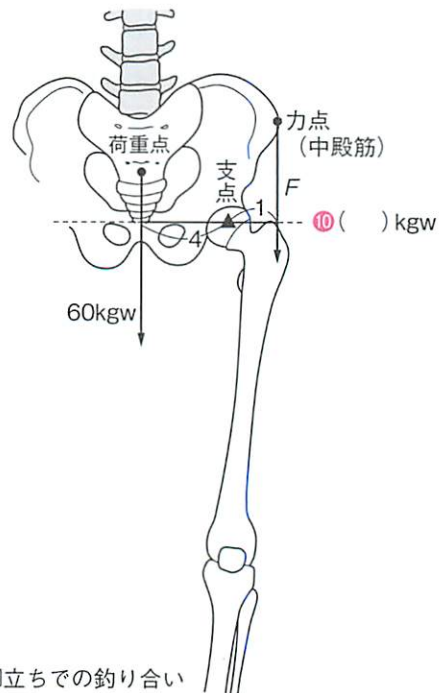
第7()のてこ(顎関節)



第8()のてこ
腕橈骨筋による肘屈曲

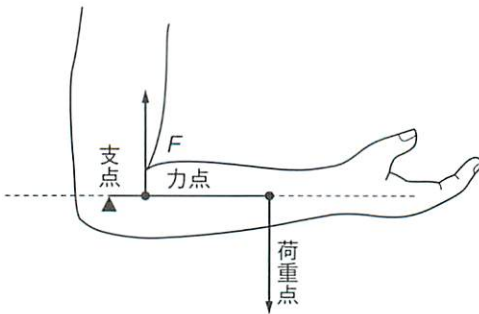


第9()のてこ(環椎後頭関節)

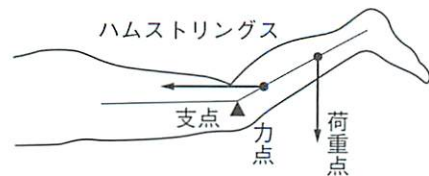


片脚立ちでの釣り合い

第11()のてこ



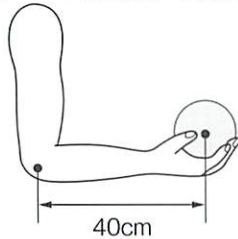
第12()のてこ
上腕二頭筋による肘屈曲



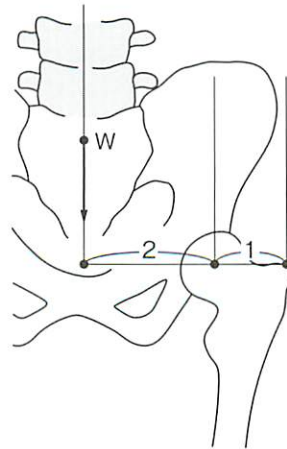
第13()のてこ(膝関節)

演習問題

- てこについて正しいのはどれか。
 - 第1のてこは荷重点が支点と力点との間にある。
 - 第2のてこは第3のてこに比べ力学的に有利である。
 - 第2のてこは人体にあるてこの大部分である。
 - 第3のてこは支点が力点と荷重点との間にある。
 - 第3のてこは荷重点を速く動かすことに対して不利である。
- 生体運動とてこの種類との組み合わせで誤っているのはどれか。
 - 片足で立ったときに骨盤に対する中殿筋の作用 ————— 第1のてこ
 - 解剖学的立位姿勢から肘90°屈曲するときの上腕二頭筋の作用 ————— 第2のてこ
 - プッシュアップにおける肘伸展運動の上腕三頭筋の作用 ————— 第1のてこ
 - 基本的立位姿勢で上肢全体を前方挙上するときの三角筋の作用 ————— 第3のてこ
 - 椅座位で膝を伸展するときの大腿四頭筋の作用 ————— 第3のてこ
- 図は肘90°屈曲位で手掌に4kgのおもりを持ち、等尺性収縮で静止している状態を示す。前腕・手部の重量は1.5kg、肘関節軸から手部まで、40cmで、重心の位置はその中央にあると仮定する。この位置からおもりを上方に持ち上げようとするときの肘関節屈曲のトルク(kg・m)は次の値のうちどの値を超えなければならないか。
ただし、肘関節軸での摩擦抵抗は無視する。
 - 1.1
 - 1.3
 - 1.6
 - 1.9
 - 2.2



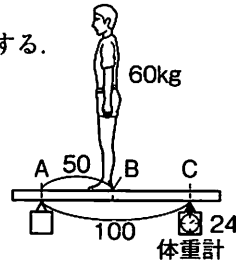
- 図の片脚支持における大腿骨骨頭にかかる
おおよその力はどれか。ただし、体重は60kgとする。
 - 50kg
 - 150kg
 - 250kg
 - 350kg
 - 450kg



5. 体重60kgの人が図のように立位姿勢を保持したとき、体重計は24kgを示した。足圧中心は踵(B)から何cm前方にあるか。

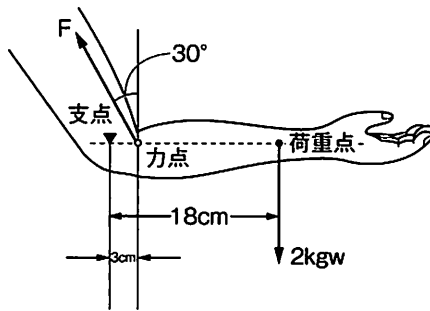
ただし、AB間は50cm、AC間は100cmとする。

1. 6cm
2. 10cm
3. 14cm
4. 18cm
5. 22cm



6. 前腕と手とを支える肘関節屈筋の力Fはどれか。ただし、 $\cos 30^\circ = 0.87$ とする。

1. 約10kgw
2. 約12kgw
3. 約14kgw
4. 約16kgw
5. 約18kgw



8

骨の構造と機能

月 日

SIDE MEMO

▶ 成人の骨の数

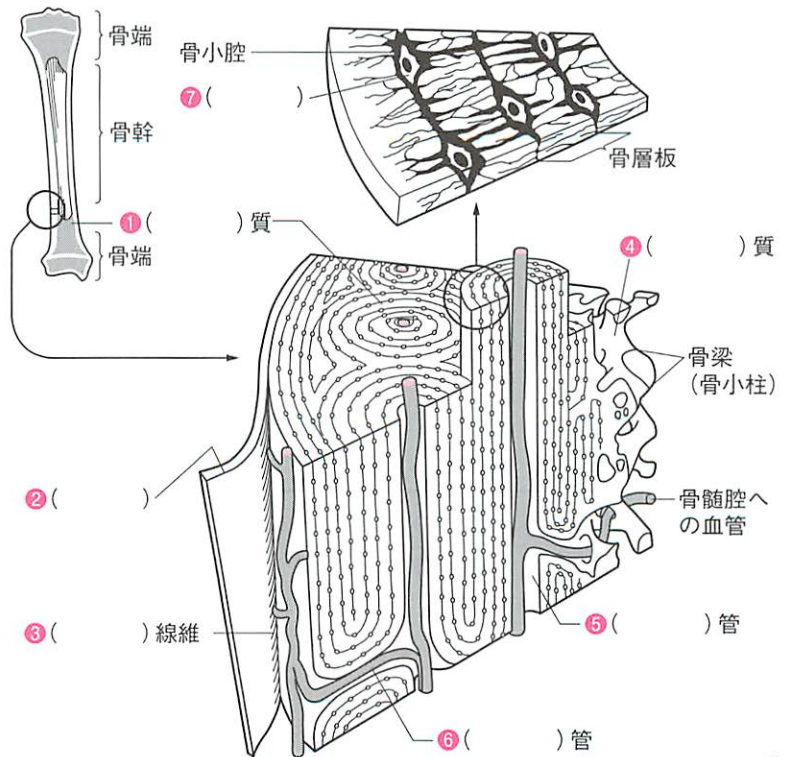
頭蓋骨	23	} 計200個
脊椎骨	26	
胸骨	1	
肋骨	24	
上肢骨	64	
下肢骨	62	

① 骨の形状からみた分類

成人の骨格は約200個の骨の連結で構成されており、個々の骨はその形状より長骨、短骨、扁平骨、不規則骨、含気骨、種子骨に分類される。

骨形状からみた骨	特徴	具体例
(①)	棒状の骨で、骨端と骨幹が区別できる	上腕骨・大腿骨・中手骨・指骨
(②)	歪んだ立方体の骨で、骨端と骨幹が区別できない	手根骨・足根骨
(③)	扁平で、板状である	胸骨・頭蓋骨の一部
(④)	上記の3つに当てはまらない、複雑な形を示す	肩甲骨・椎骨
(⑤)	外界に通じる空洞を有する	前頭骨・上顎骨・蝶形骨・篩骨・側頭骨
(⑥)	特定の腱や靱帯の中に位置する	膝蓋骨・豆状骨

② 骨の基本構造

(河野・他⁶⁾)

SIDE MEMO

③ 骨の機能

骨の機能は、力学的機能と生理学的機能に大別される。

a. 力学的機能

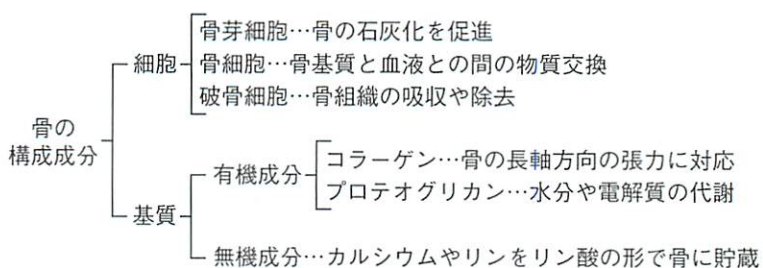
- ・ 身体の① () ————— 例) 脊柱や下肢骨
- ・ ② () の付着による運動 — 例) 四肢骨および体幹の関節
- ・ ③ () の保護 ————— 例) 頭蓋骨や胸郭

b. 生理学的機能

骨髄による① () 作用 — 赤色骨髄
無機質の② () ————— カルシウム、リンなど

④ 骨の構成成分

骨の成分は、以下の細胞と基質より構成される。



⑤ 骨のリモデリング

骨組織は骨全体の形態を保ちながら、骨の形成→吸収→再形成の新陳代謝を繰り返している。この代謝の繰り返しによる構築を① () という。

- ② () による形成、骨細胞による保守、破骨細胞による
③ () が繰り返されている。

解答

① ① 長骨 ② 短骨 ③ 扁平骨 ④ 不規則骨 ⑤ 含気骨 ⑥ 種子骨

② ① 緻密 ② 骨膜 ③ シャーピー ④ 海綿 ⑤ ハバース ⑥ フォルクマン
⑦ 骨細胞

③ a ① 支柱または支持 ② 筋 ③ 内臓

b ① 造血 ② 貯蔵

⑤ ① リモデリング ② 骨芽細胞 ③ 吸収

⑥ 骨とホルモン・ビタミン

骨の成長やリモデリングに関与するホルモンやビタミンには以下のようなものがある。

- ・上皮小体ホルモン(＝副甲状腺ホルモン)：

破骨細胞の活動性↑…骨吸収の促進

- ・カルシトニン：

破骨細胞の活動性↓と骨芽細胞の活動性↑…骨形成の促進

- ・成長ホルモン(下垂体前葉より分泌)：

骨端成長板の軟骨細胞の活動性↑…骨の長軸方向への発育促進

- ・ビタミン：ビタミンDは骨に対する石灰沈着の促進，ビタミンAは骨成長促進，ビタミンCはコラーゲン合成に関与

基礎問題

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

1. 緻密骨(皮質骨)

極めて硬く，同心円状の骨単位(オステオン)が多数配列した構造を示す。骨単位の中には

- ①()管が長軸方向に縦走し，隣り合わせの①()管同士をつなぐように
②()管が横走している。これらの管の中には③()・リンパ管・神経が走行している。

2. 海綿骨

食器を洗うスポンジのように①()の構造を示す。緻密骨ほどではないが，層板構造を示し，②()管も存在する。

3. 骨膜

骨の表面を覆う膜で，外側の線維層，内側の胚芽層という2層構造である。血管や①()が豊富な結合組織であり，②()によって骨質と強固に連結されている。

4. 骨髓

骨髓は骨の①()や海綿質の隙間を満たしている細網組織であり，②()骨髓と③()骨髓(脂肪を含むため黄色にみえる)がある。5歳位までの骨髓はすべて④()機能を有する②()骨髓である。成長とともに②()骨髓は③()骨髓に置き換わってゆき，成人では体幹骨および四肢骨の近位端のみに残すだけとなる。

5. 軟骨

軟骨は組成の違いで、①()軟骨(関節軟骨・肋軟骨・鼻軟骨・甲状軟骨など)、②()軟骨(耳介軟骨・喉頭蓋軟骨など)、③()軟骨(椎間円板・恥骨軟骨など)に分類される。通常、軟骨には神経や血管はない。

6. リモデリング

骨組織は成熟した骨であっても自らの形を変えることなく絶えず形成、吸収、再形成といった代謝を繰り返しているが、この再構築のことを①()という。この①()は②()による形成、骨細胞による保守、③()による吸収といった役割分担で成り立っている。

7. 骨とホルモン

破骨細胞の活動性を上げることで骨の吸収を促進する作用を持つホルモンは①()である。また甲状腺C細胞から分泌されるホルモンに②()があるが、これは破骨細胞の活動性を下げることによる骨吸収の抑制と骨芽細胞の活動性を上げることによる骨形成の促進とを同時に担っている。

演習問題

1. 骨の構造で正しいのはどれか。
 1. 皮質骨には骨梁がある。
 2. 踵骨は海綿骨の部分は少ない。
 3. 発育時の骨髄は赤色骨髄である。
 4. 関節面は骨端軟骨で覆われている。
 5. 骨は軟骨よりもプロテオグリカンを豊富に含む。
2. 骨について正しいのはどれか。
 1. 骨芽細胞は骨吸収に関与している。
 2. 緻密骨と海綿骨とに分けられる。
 3. 幼児期の骨髄は黄色骨髄である。
 4. 関節面は滑膜で覆われている。
 5. 短骨には髄腔がある。

9

関節の構造と機能

月 日

SIDE MEMO

▶縫合

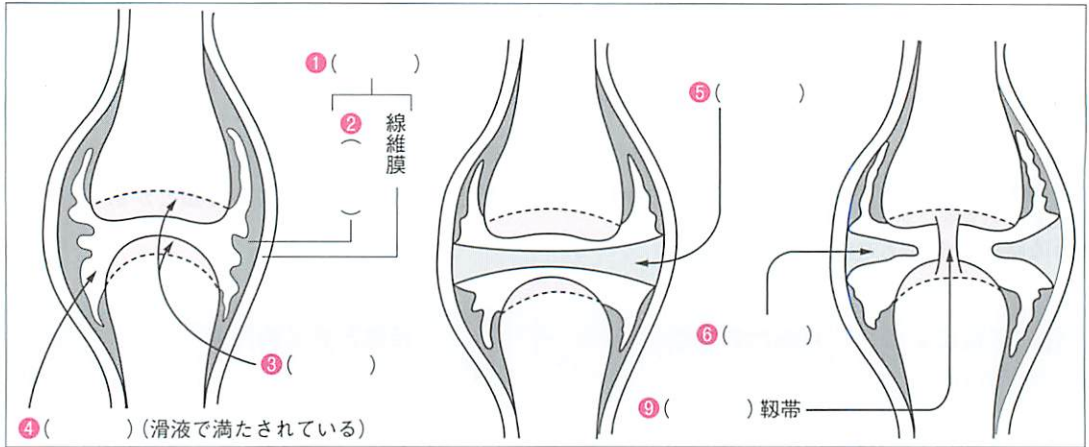
頭蓋の内外面を覆う骨膜を連結する骨間にあるごくわずかな結合組織による連結。

① 関節の定義と分類

関節とは、2つまたはそれ以上の骨の隣接部位をいう。隣接する骨間に介在する組織による分類と可動性の有無による分類とがある。

介在組織による分類	可動性の有無	特徴と具体的部位
① ()	わずかにあるか、または全くなし	この連結には、靭帯結合、⑦ (), ⑧ () の3つがある。 a. 靭帯結合…前腕や下腿の骨間膜、脛腓靭帯結合、泉門 b. ⑦ () …頭蓋冠や顔面骨 c. ⑧ () …歯根と歯槽
② ()	わずかにある	硝子軟骨による軟骨結合と、線維軟骨による線維軟骨結合の2つがある。 a. 軟骨結合 ・成長期における寛骨 ・骨端成長板 ・幼児期の頭蓋底 b. 線維軟骨結合 ・肋軟骨による肋骨と胸骨の連結 ・恥骨結合や⑨ () による椎体間の連結
③ ()	④ ()	軟骨性連結の1つである軟骨結合部位が成長終了後に骨結合となる。 ・仙骨となった各仙椎の結合 ・寛骨となった腸骨・坐骨・恥骨の結合 ・骨端軟骨の骨化
⑤ ()	⑥ ()	この連結を一般的に関節という。関節面の形状の違いによる分類がなされる。骨同士を連結している組織の1つに関節包があるが、この関節包の内側の層をなす⑩ () の存在に由来する。 ・上下肢ならびに体幹の関節

2 関節(滑膜性連結)の構造



SIDE MEMO

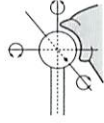
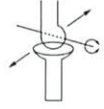
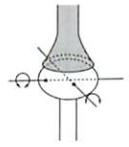
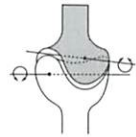
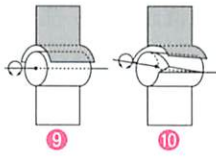
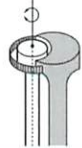
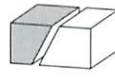
一部の関節に認められる関節内構造物

- ・ 5 () : 関節腔を完全に二分する軟骨板 顎関節
- ・ 6 () : 関節腔を不完全に二分する軟骨板 膝関節
- ・ 7 () : 関節窩の深さを増す 肩関節や股関節
- ・ 8 () 靱帯 : 関節の安定性の補強 関節上腕靱帯
- ・ 9 () 靱帯 : 関節腔内の靱帯
..... 膝十字靱帯や大腿骨頭靱帯
- ・ 10 () : 関節腔内を満たす液 関節液

解答

- 1 ① 線維性連結 ② 軟骨性連結 ③ 骨結合 ④ 全くなし ⑤ 滑膜性連結
⑥ 明らかにある ⑦ 縫合 ⑧ 釘植 ⑨ 椎間板 ⑩ 滑膜
- 2 ① 関節包 ② 滑膜 ③ 関節軟骨 ④ 関節腔 ⑤ 関節円板 ⑥ 半月
⑦ 関節唇 ⑧ 関節周囲 ⑨ 関節内 ⑩ 滑液

③ 関節面の形状からみた分類

軸	関節面の形状分類		関節の例
① (3) 軸性	⑤ (球) 関節		肩甲上腕関節, 股関節 (臼関節) 中手指節 (手のMP) 関節 腕橈関節 中足指節 (足のMP) 関節
② (2) 軸性	⑥ (顆状) 関節		大腿脛骨関節, 手根間関節 距骨下関節
	⑦ (楕円) 関節		橈骨手根関節, 環椎後頭関節 顎関節
2軸性	⑧ (鞍) 関節		第1手根中手(CM)関節 胸鎖関節
③ (1) 軸性	⑨ (蝶番) 関節 ⑩ (らせん) 関節を含む		膝関節, 距腿関節 腕尺関節 手の指節間 (PIP, DIP) 関節 足の指節間 (PIP, DIP) 関節
④ (1) 軸性	⑪ (車軸) 関節		上橈尺関節 下橈尺関節
	半関節 平面関節		肩鎖関節 手根間関節 仙腸関節 (半関節), 椎間関節 足根間関節, 中足間関節

解答

③ ① 3 ② 2 ③ 1 ④ 1 ⑤ 球 ⑥ 顆状 ⑦ 楕円 ⑧ 鞍 ⑨ 蝶番
⑩ らせん ⑪ 車軸

基礎問題

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

1. 関節構造の概略

関節を形成する凸側を①()、凹側を②()という。向かい合っている関節面は③()に属する関節軟骨で覆われており、その摩擦係数は0.001~0.006で潤滑性は著しく高い。関節頭と関節窩を最も深部で連結しているものは④()から続いている関節包であり、この包内の腔を⑤()という。関節包は内側の層をなす⑥()と外側の層をなす⑦()の2層構造である。⑥()は関節腔内に⑧()を分泌し関節面同士の滑りを円滑にしている。関節包の周囲には連結作用を補強するために靱帯が位置する。関節包ならびに⑨()には豊富な知覚神経が分布する。

2. 関節軟骨

関節軟骨は平滑で弾力性に富む①()からできており、加齢とともに摩耗し厚みは②()する。成熟した関節軟骨には血管・リンパ管・③()は存在せず、④()により栄養されている。

関節軟骨の細胞外成分を軟骨基質というが、水分、コラーゲン線維、プロテオグリカンからなる。

3. 関節包と滑膜

関節包は内側の層をなす①()と外側の層をなす②()の2層構造である。滑膜の表面には絨毛じゅうもうがあり、滑液の③()と④()をおこなっている。滑膜細胞の下層の毛細血管内の血液成分の一部と滑液の粘稠の主因である⑤()が一緒になって滑液となる。

演習問題

1. 誤っている組み合わせはどれか。
 1. 指節間関節 —— 蝶番関節
 2. 正中環軸関節 —— 車軸関節
 3. 肩関節 —— 球関節
 4. 椎間関節 —— 平面関節
 5. 距腿関節 —— 鞍関節

2. 車軸関節はどれか。2つ選べ。
 1. 顎関節
 2. 正中環軸関節
 3. 近位橈尺関節
 4. 椎間関節
 5. 脛骨大腿関節

3. 3軸性関節はどれか。2つ選べ。
 1. 股関節
 2. 距腿関節
 3. 腕橈関節
 4. 上橈尺関節
 5. 指節間関節

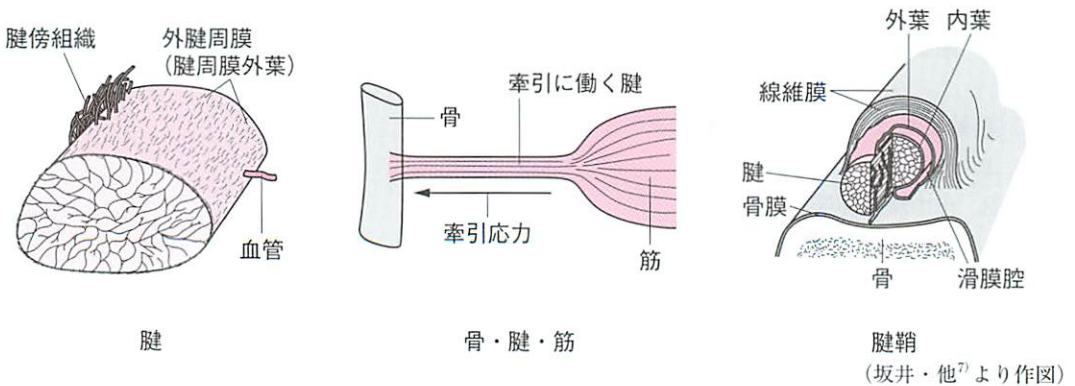
4. 関節の形状で正しいのはどれか。2つ選べ。
 1. 肩甲上腕関節は楕円関節である。
 2. 腕尺関節はらせん関節である。
 3. 橈骨手根関節は顆状関節である。
 4. 手根間関節は鞍関節である。
 5. 母指の手根中手関節は球関節である。

10

腱および靭帯の構造と機能

月 日

① 腱の構造と機能



SIDE MEMO

腱 (tendon) は、約75%の①()と5%の弾性線維でおおよそ組成される。複数の腱原線維が集合して②()となり、さらに複数の②()が外腱周膜 (pertenon: 腱周膜) によって束ねられる。一般的には腱はヒモ状の形状を示すが、平べったい筋の腱は③()という膜状の形状を示す。腱は④() (パラテノン paratenon) という⑤()に富む疎性結合組織によって周囲の組織と連結する。

腱には2つの機能がある。1つには、腱が中枢側の筋と末梢側の骨膜とを連結することで、⑥()を骨に伝達する役割がある。次に、筋腱移行部付近には腱線維と直列に配列する⑦()が多数分布しており、筋が収縮したときや伸張されたときの伸張に関する情報を⑧()経由で脊髄に伝達する役割がある。

骨や関節上で腱が走行を変えたり、骨上に腱を安定化させるために滑車の役割をする腱鞘が配置され、その中を腱が走行する。腱鞘は内層が⑨()で、外層が⑩()の2層構造となっており、内層の⑨()では⑪()が産生されることで鞘の中の腱が円滑に滑走することができる。

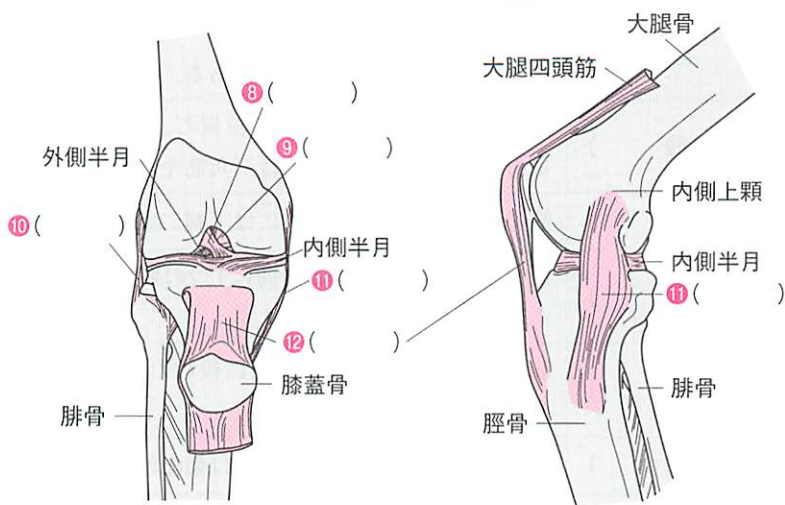
- 解答** ① ① コラーゲン線維 ② 一次腱束 ③ 腱膜 ④ 腱傍組織 ⑤ 血管
⑥ 筋張力 ⑦ 腱紡錘 ⑧ Ib線維 ⑨ 滑膜 ⑩ 線維膜 ⑪ 滑液

SIDE MEMO

② 靱帯の構造と機能

靱帯 (ligament) は通常、① () の外側に位置し、骨と骨とを連結しているヒモ状ないしは帯状の組織である。腱と同様、② () を主とし、他にわずかながらの弾性線維を含む。靱帯の機能としては、関節の③ () を高めると同時に、関節の④ () を規定したり、⑤ () を制限したりする。

膝関節の関節包の後方部分では線維膜が肥厚して膝関節の過伸展を防いでいるが、この例のように関節の可動性に制限を加える目的で関節包の線維膜の一部が発達している部分を⑥ () という。これとは別に肘や膝関節の側方に位置する強靱な靱帯を⑦ () という。



右膝関節の前面
(膝蓋骨を下方へ反転)

右膝関節の内側面

(坂井・他⁸⁾より作図)

解答

- ② ① 関節包 ② コラーゲン線維 ③ 安定性 ④ 運動方向 ⑤ 可動範囲 ⑥ 関節包靱帯
⑦ 側副靱帯 ⑧ 前十字靱帯 ⑨ 後十字靱帯 ⑩ 外側側副靱帯 ⑪ 内側側副靱帯
⑫ 膝蓋靱帯

基礎問題

次の文章が正しければ()に○を、誤っていれば×を入れなさい。

- ① () 腱を構成する主な線維はコラーゲンである。
② () 腱は腱傍組織というリンパ管に富む疎性結合組織によって周囲の組織と連結する。
③ () 筋腱移行部には筋張力を感知する腱紡錘(ゴルジ腱器官ともいう)が分布する。
④ () 腱紡錘の求心性線維はIaである。
⑤ () 腱鞘の外層は滑膜である。
⑥ () 靱帯の役目は関節の脱臼を予防し、かつ関節の運動方向や可動範囲を規定する。

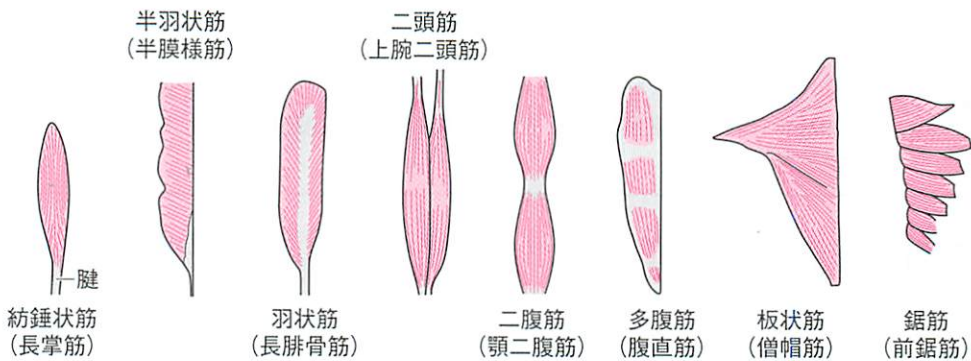
11

骨格筋の構造と機能

月 日

① 骨格筋の形状からみた分類

(①)	大部分の筋束が筋の長軸方向に走行している。平行筋ともいい、具体例として上腕筋や長掌筋などがある。
(②)	筋束が腱索の一侧に位置し、かつ筋の長軸に斜めに走行している。具体的には半膜様筋や後脛骨筋などがある。
(③)	筋束が腱索の両側に位置し、かつ筋の長軸に斜めに走行している。具体的には大腿直筋や長腓骨筋などがある。
(④)	筋束が複数の腱索の両側に位置し、かつその腱索の長軸に互い違いに斜めに走行している。具体的には三角筋や肩甲下筋などがある。
(⑤)	筋頭を複数もつ。具体的には上腕二頭筋や上腕三頭筋などがある。
(⑥)	筋の起始部と停止部との間に1つの腱が介在している。具体的には顎二腹筋がある。
(⑦)	筋の起始部と停止部との間に複数の腱が介在している。具体的には腹直筋がある。
(⑧)	平たい形状を示す。具体的には僧帽筋や広背筋などがある。
(⑨)	付着部の形状がノコギリ状を示す。具体的には前鋸筋や後鋸筋などがある。



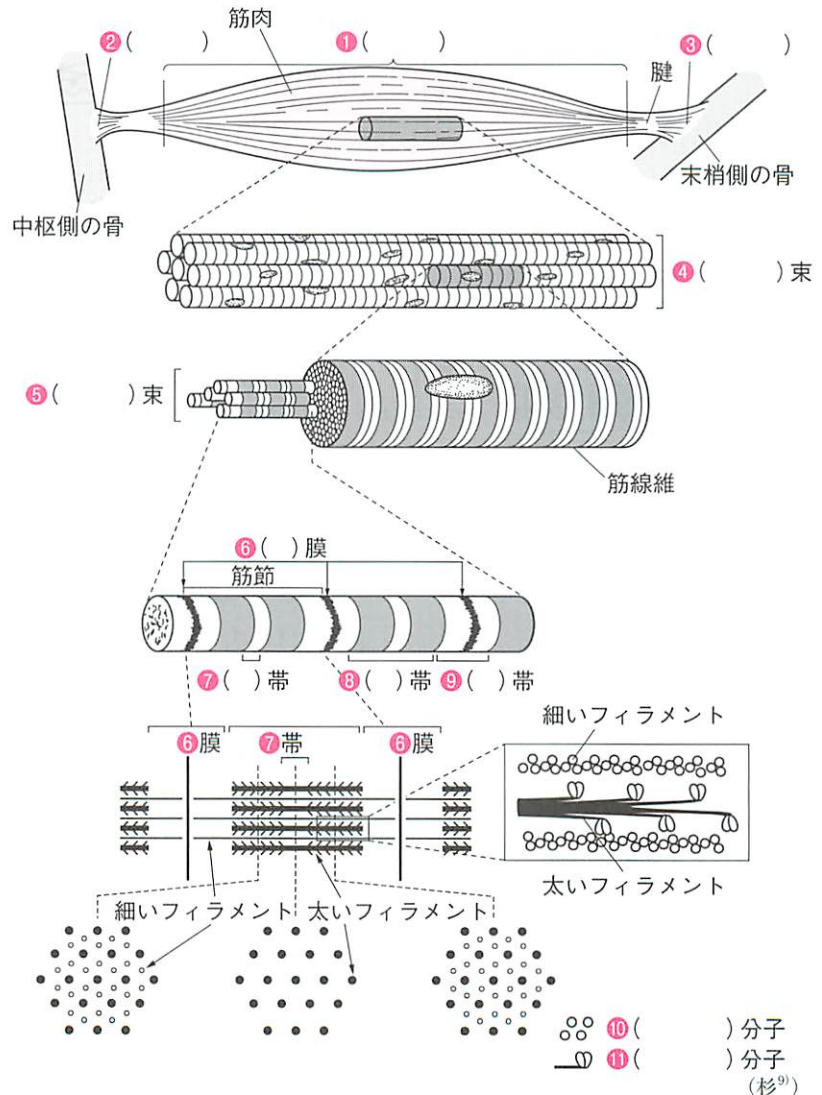
解答

- ① ① 紡錘状筋 ② 半羽状筋 ③ 羽状筋 ④ 多羽状筋 ⑤ 多頭筋 ⑥ 二腹筋
⑦ 多腹筋 ⑧ 板状筋 ⑨ 鋸筋

SIDE MEMO

② 骨格筋の構造

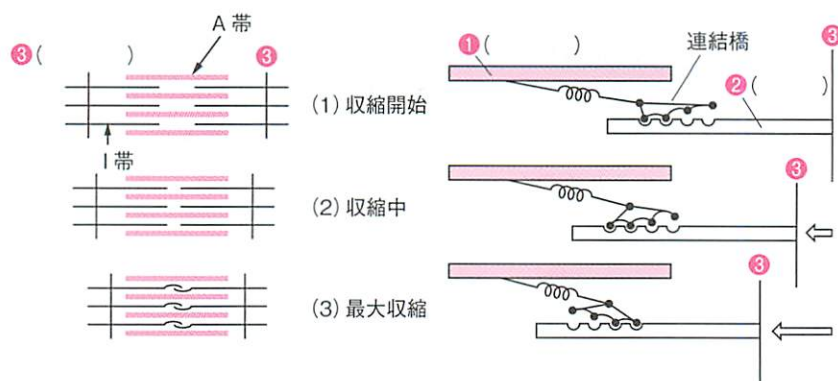
骨格筋 (skeletal muscle) は複数の (横紋) 筋線維が並列に並んだ束である。骨格筋全体または筋群の表面は薄い結合組織でできた筋膜で覆われている。筋の中央部を①()といい、筋の両端で中枢側の骨への付着部を②()、末梢側のそれを③()という。



解答

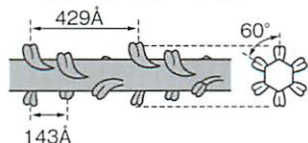
- ② ① 筋腹 ② 起始部 ③ 停止部 ④ 筋または筋線維 ⑤ 筋原線維 ⑥ Z
⑦ H ⑧ A ⑨ I ⑩ アクチン ⑪ ミオシン

3 筋収縮のメカニズム

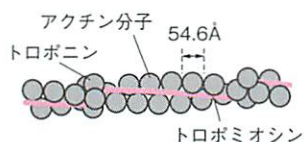


SIDE MEMO

▶ ミオシンフィラメント (太いフィラメント)



▶ アクチンフィラメント (細いフィラメント)



▶ 筋収縮のエネルギー源

Ca^{2+} 濃度が増加するとミオシンとアクチンの間に形成されている連結橋の働きによって筋収縮の滑走が起こる。その際のエネルギー源はATPである。ATPは生体組織のエネルギー供給源として最も重要な物質である。

筋細胞とは④()のことである。その筋線維は複数の⑤()が束になって構成されている。

⑤()は③()から③()までを構成単位とする⑥()が直列に連結したものである。

⑥()内には太さの異なる2種類のタンパク質でできたフィラメントが一部は重なりながらも並行に配列している。太いフィラメントを①()フィラメント、細いフィラメントを②()フィラメントという。

筋収縮の実態とは、この2つのフィラメントを連結する⑦()の運動によって、②()フィラメントが①()フィラメントの間に滑り込み、⑥()が短くなることと考えられている。

解答

- 3 ① ミオシン ② アクチン ③ Z膜 ④ 筋線維 ⑤ 筋原線維 ⑥ 筋節
⑦ 連結橋または架橋

基礎問題

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

1. 筋の収縮

- ・筋収縮は筋線維内に蓄えられた化学的エネルギー①()を機械的エネルギーに変換することにより生じる。
- ・筋収縮は②()いフィラメント(アクチン)が③()いフィラメント(ミオシン)の間に入り込むことで生じるという説を④()説という。これは⑤()イオンがトロポニンと結合し、連結橋がアクチン分子を引き込むことにより発生する。

2. 筋線維の種類と性質

- ・type①()線維の方がtype②()線維よりミトコンドリア酵素活性が高いので、疲労しにくい。
- ・筋線維は収縮速度の違いにより③()線維と④()線維に大別される。⑤()という物質の含有量が多い線維を赤筋線維といい、収縮速度からみて、⑥()線維に分類される。⑦()筋線維は⑧()筋線維に比べ疲労しにくく、発生張力は⑨()い。

3. 興奮収縮連関(excitation-contraction coupling)

興奮収縮連関とは、筋細胞膜に生じた電気変化から収縮に至るまでの一連の過程をいう。以下に示した運動神経終末の興奮から筋収縮、その後の筋弛緩までの一連の過程(aからmまで)の中で、fからkまでを指している。

まず、a. 興奮が運動神経軸索終末部に到達→b. 終末の脱分極によって①()が放出される→c. 筋の終板膜表面で①()を受容→d. 主に②()に対する透過性上昇→e. 終板電位発生→f. 筋細胞膜表面に③()が発生→g. 活動電位による興奮が④() (T管)に到達→筋小胞体が興奮する→h. 筋小胞体から⑤()が放出→i. Caイオンはトロポニンと結合→j. アクチンフィラメントとミオシンフィラメントが反応→k. 筋収縮が起こる→l. ⑤()が筋小胞体に戻る→m. 筋が弛緩する。

4. 筋収縮時のエネルギー

筋に蓄えられている①()はわずかであり、細胞内にある②()が主なエネルギー源である。クレアチンリン酸の分解によるエネルギーは筋活動の初期時に利用され、その後の持続活動では③()分解、④()回路(TCA回路ともいう)によるATPが利用される。

演習問題

1. 筋原線維の構造で誤っているのはどれか。
 1. 1つのZ膜から隣のZ膜までを筋節という。
 2. H帯はI帯の中央部にある。
 3. 複屈折性を有する暗帯をA帯という。
 4. 二種類のフィラメントで構成される。
 5. 太いフィラメントはミオシン分子で形成される。
2. 筋収縮の機構で誤っているのはどれか。
 1. カルシウムイオンは収縮後の筋弛緩のために必要である。
 2. マグネシウムイオンも重要な役割を果たしている。
 3. 筋細胞膜の興奮は筋小胞体を伝わって筋収縮を起こす。
 4. ミオシン・フィラメントに対してアクチン・フィラメントが滑走する。
 5. 筋肉内に貯蔵されるエネルギー源はクレアチンリン酸である。
3. タイプII筋線維と比較してタイプI筋線維の特徴はどれか。
 1. 筋線維の径が太い。
 2. 収縮速度は遅い。
 3. 酸化酵素活性が低い。
 4. ミトコンドリアが少ない。
 5. ミオグロビン量が少ない。
4. 筋におけるタイプIIb線維と比べたタイプI線維の特徴はどれか。2つ選べ。
 1. 持久力のある筋肉において比率が高い。
 2. 周囲組織の毛細血管が密である。
 3. ヒラメ筋において比率が低い。
 4. ミオグロビン量が少ない。
 5. ミトコンドリアが少ない。
5. 骨格筋の興奮収縮連関について正しいのはどれか。
 1. 筋小胞体から Mg^{2+} が放出される。
 2. 横行小管の中を Ca^{2+} が運搬される。
 3. アクチンフィラメントのATPが加水分解を生じる。
 4. 筋線維膜の電位依存性 Na^+ チャネルが開いて脱分極が生じる。
 5. トロポニンが移動してミオシンフィラメントの結合部位が露出する。

12

筋収縮 その1

月 日

SIDE MEMO

① 関節運動時の役割からみた筋

動筋	意図する方向に関節を動かす筋をいう。動筋には2種類あり、主役的な働きをする筋を①()といい、補助的な働きをする筋を②()という。
③()	動筋とは反対方向に関節を動かす筋をいう。
④()	運動時に関節を固定する働きをする筋をいう。
共同筋	広義には1つの運動に参加するすべてに筋をいう。共同筋には⑤()共同筋と⑥()共同筋がある。 ⑤()共同筋とは、動筋による不必要な動きを抑制する筋のことをいい、具体的には左右の外腹斜筋が同時に働くことで腹筋運動の動筋になり、体幹の回旋を中和する。 ⑥()共同筋とは、多関節筋が収縮するとき、中間に位置する関節の動きを止めるために等尺性収縮する筋のことをいい、具体的には手指を力強く握るためには手関節をやや背屈位に固定するが、この固定のために収縮する筋のことをいう。

② 筋収縮の様態とその特徴

動物は筋にさまざまな状態の収縮を生じさせることで、姿勢の保持や変換、あるいは上下肢の運動を行っている。

そこで、Aさんが上腕二頭筋を収縮させて肘を屈曲しようとするときに、BさんがAさんの手首を掴んでその運動を邪魔しようとしている場面を通して、筋の収縮様態を理解しよう。

【場面1】 AさんがBさんの加える抵抗に勝って、肘を屈曲させている。
この場面におけるAさんの上腕二頭筋は起始部と停止部が

解答 ① ① 主動筋 ② 補助動筋 ③ 拮抗筋 ④ 固定筋 ⑤ 支援 ⑥ 真正

SIDE MEMO

① () ながら (=筋長が短縮しながら) 張力を発揮している。この場合の上腕二頭筋の収縮様態を② () 収縮という。

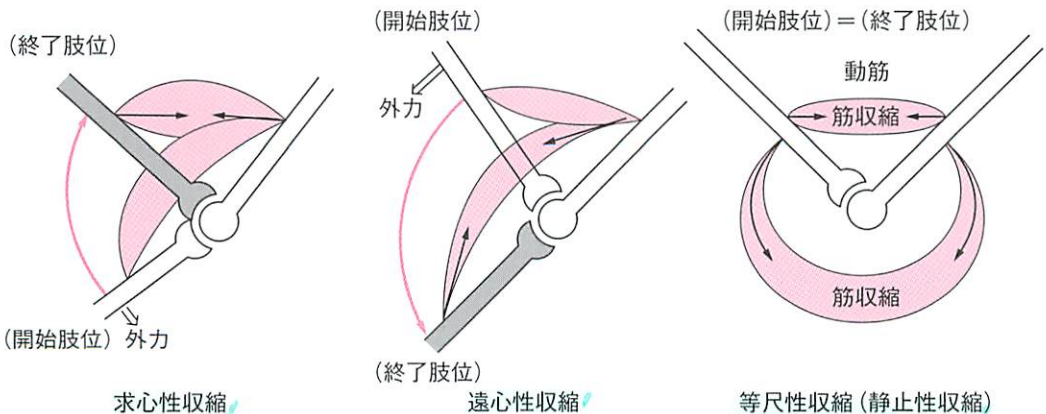
【場面2】 Aさんは必死で肘を屈曲させようとしながらもBさんが加える抵抗に負け、肘が伸展している。

この場面におけるAさんの上腕二頭筋は起始部と停止部が③ () ながら (=筋長が伸長しながら) 張力を発揮している。この場合の上腕二頭筋の収縮様態を④ () 収縮という。

【場面3】 Aさんによる肘屈曲モーメントとBさんによる肘伸展モーメントがつりあって、肘が動かない状態になった。

この場面におけるAさんの上腕二頭筋は起始部と停止部との距離が変わらない (=筋長が⑤ ()) で張力を発揮している。この場合の上腕二頭筋の収縮様態を⑥ () 収縮ないしは静止性収縮という。

このように筋の収縮様態には3通りがあるが、【場面2】ないし【場面3】において、Bさんが急に力を抜いたらAさんの上腕二頭筋は⑦ () 収縮を示す。よって、筋収縮の基本はあくまでも「収まり縮む」と書くように⑧ () 収縮である。その意味において、遠心性収縮や等尺性収縮は筋の収縮力と拮抗する外力 (例えば、拮抗筋の収縮力や他者が加えた力など) との関係性によって生じるものといえる。



筋長：短縮
関節運動：出現
筋発生モーメント > 外力の発生モーメント

筋長：伸長
関節運動：出現
筋発生モーメント < 外力の発生モーメント

筋長：変化なし
関節運動：静止状態
動筋発生モーメント = 拮抗筋発生モーメント

SIDE MEMO

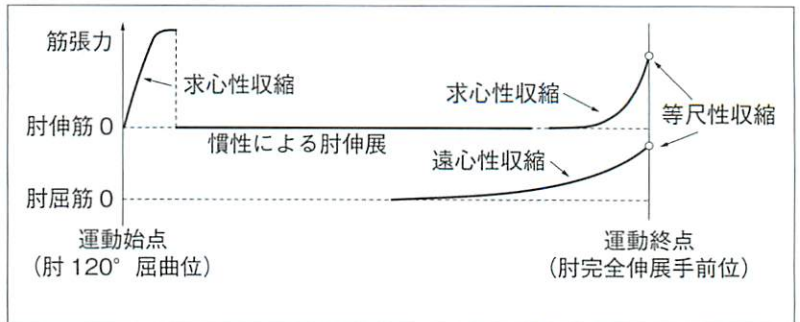
その他の収縮様態に⑨()収縮があるが、これは特殊な装置を使用して作り出された人工的な収縮様態で、関節運動速度が一定のときの筋収縮様態である。

最大筋出力の値は、最大遠心性収縮>最大⑩()性収縮>最大⑪()性収縮の順となる。

③ 筋収縮様態と関節運動との関係

肘関節 120° 屈曲位から肘完全伸展位の手前まで素早く肘を伸展させようとした場合を想定してみよう。

まずは肘伸筋を瞬発的に①()収縮させ肘関節の伸展を始動させる。その後の慣性による肘伸展運動に対してブレーキをかける目的で肘屈筋を②()収縮させる。次に運動を停止させた位置(この場合、肘完全伸展位の手前)で、ブレーキ役の肘屈筋による屈曲モーメントと④()値の伸展モーメントを生み出すために肘伸筋がふたたび⑤()収縮する。これらのモーメントが同値になった瞬間に関節運動は停止することになるが、この瞬間の肘屈筋ならびに肘伸筋は⑥()収縮の様態を示す。



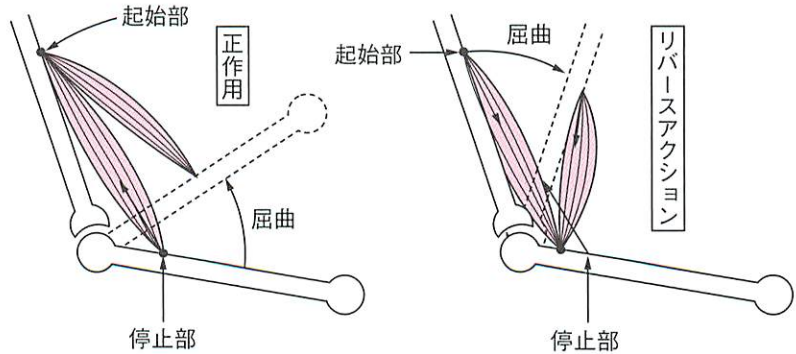
解答

- ② ① 近づき ② 求心性 ③ 遠ざかり ④ 遠心性 ⑤ 一定 ⑥ 等尺性
 ⑦ 求心性 ⑧ 求心性 ⑨ 等速性 ⑩ 等尺 ⑪ 求心
 ③ ① 求心性 ② 遠心性 ④ 同じ ⑤ 求心性 ⑥ 等尺性

SIDE MEMO

④ リバースアクション (筋の逆作用)

通常、筋の作用をいう場合は、筋の①(停止)部側の骨(末梢側の骨)が②(起始)部側の骨(中枢側の骨)へと近づく運動をもって表すが、逆に筋の②(起始)部側の骨が①(停止)部側の骨へと近づく運動を③(リバースアクション)という。具体例としては、鉄棒での懸垂運動時の肘関節屈曲運動や立位からしゃがむ時の膝関節や足関節の動きなどがある。



解答 ④ ① 停止または付着 ② 起始 ③ リバースアクション

基礎問題

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

- ・意図する方向に関節を動かす筋を①()といい、それとは反対方向に関節を動かす筋を②()という。
- ・筋の収縮様態の基本は③()性収縮であるが、他に遠心性収縮や等尺性収縮がある。この中で最も大きな出力を出す収縮様態は④()性収縮である。
- ・等尺性収縮は血圧⑤()や筋血流量減少を起こしやすい。
- ・立位保持でのヒラメ筋の収縮様態は⑥()性収縮であり、しゃがむ時の大腿四頭筋の収縮様態は⑦()性収縮である。
- ・関節運動におけるブレーキの役割は⑧()筋の⑨()性収縮によってもたらされる。
- ・股関節外転筋群のリバースアクションが不十分であれば⑩()現象が出現する。

演習問題

1. 遠心性筋収縮で誤っているのはどれか。
 1. 鉄棒の懸垂で体を引き上げるときの大胸筋の活動
 2. 水の入ったバケツを台の上から床へ下ろすときの上腕二頭筋の活動
 3. 正常歩行の踵接地直後の前脛骨筋の活動
 4. 正常歩行の遊脚後期におけるハムストリングスの活動
 5. 階段下降時の支持脚における大腿四頭筋の活動
2. 等尺性運動で誤っているのはどれか。
 1. 関節運動を伴わない筋収縮である。
 2. 等張性運動に比べて血圧が上昇しやすい。
 3. 等張性運動に比べて収縮時の筋血流は減少する。
 4. 等張性運動に比べて筋持久力の増強効果が大きい。
 5. 等張性運動に比べて筋力の増強効果が大きい。
3. 正しいのはどれか。
 1. コップを口から低いテーブルに置くために肘をゆっくり伸ばす時、上腕二頭筋は遠心性収縮をしている。
 2. 腕立て伏せで上体を押し上げ保持しているとき、上腕三頭筋は求心性収縮をしている。
 3. 背臥位で下肢を伸展位で挙上するとき、大腿直筋は等尺性収縮をしている。
 4. 立位から椅子に腰をおろすとき、大腿四頭筋は求心性収縮をしている。
 5. 踵接地から足底接地までの大腿四頭筋は求心性収縮をしている。
4. 筋の反作用（リバースアクション）で誤っているのはどれか。
 1. 上腕二頭筋による鉄棒の懸垂
 2. 腸腰筋による骨盤の前傾
 3. 中殿筋による遊脚側下肢の外転
 4. 大腿四頭筋による椅子からの立ち上がり
 5. 腹直筋による背臥位での両下肢伸展挙上時の骨盤後傾

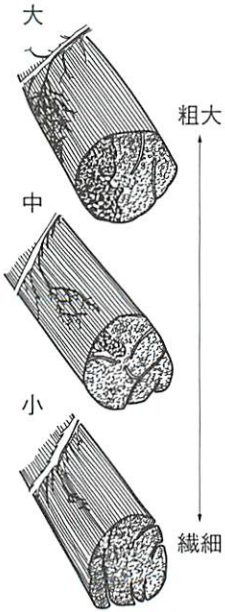
13

筋収縮 その2

月 日

SIDE MEMO

▶神経支配比



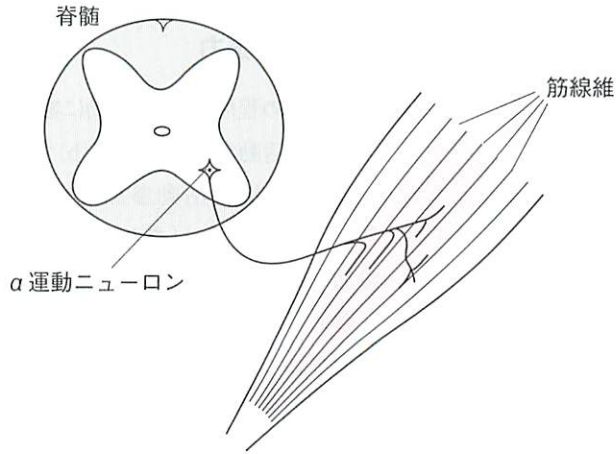
▶相動性運動単位

筋収縮が速く、関節運動を行う運動単位で、白筋に多く、筋線維のタイプはFOGやFGである。

▶緊張性運動単位

弱く持続的な筋収縮を行う運動単位で姿勢保持や抗重力な働きをする。赤筋に多く、筋線維のタイプはSOである。

① 運動単位 (MU : motor unit)



1個の運動ニューロンとそれに支配される筋線維群をひとまとめにして①()という。

運動ニューロンの神経線維は筋内で枝分かれして1本1本の筋線維と②()を形成する。

特殊な場合を除き、運動単位の興奮順序は発生させる筋張力の③()に関係なく一定しており、まずは神経細胞体が小さく閾値の④()運動単位が興奮し、次第に神経細胞体が大きく閾値の⑤()運動単位が興奮してくる(Hennemanのサイズの原理)。

運動単位は連続収縮での⑥()の程度と単収縮の⑦()から、FF型(fast-twitch, fatigable), FR型(fast-twitch, fatigue-resistant), F型(fast-twitch, intermediate), S型(slow-twitch)に分類され、それぞれの筋線維群と機能的に分化している。

解答

① ① 運動単位 ② 神経筋接合部 ③ 強弱 ④ 低い ⑤ 高い ⑥ 疲労 ⑦ 速度

SIDE MEMO

▶筋張力

筋線維が縮もうとする力の作用を外部からの反作用として測った力を張力という。ゆえに筋収縮力=筋張力といえる。

② 神経支配比

1本の運動神経とそれに支配される筋線維数との比を①()という。舌や眼球の運動など緻密な運動に関与する筋の神経支配比は②(), 体幹や大腿部などの力強い大まかな運動に関与する筋のそれは③()。

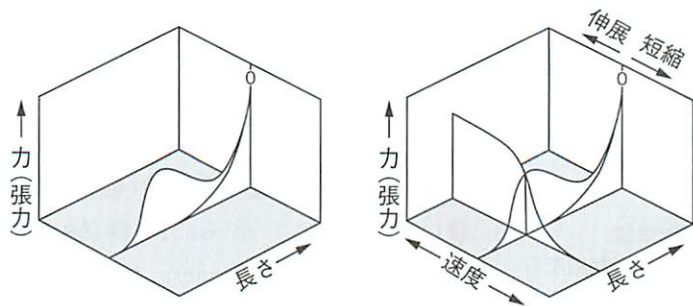
③ 筋張力

筋張力の程度は、(a)活動に参加する運動単位の①()(これを空間的活動参加という)、(b)活動している運動単位の②()(これを時間的活動参加という)、(c)それぞれの運動単位の興奮の③()(または同期化)によって変化し、結果として収縮に参加している筋線維の④()によって決定する。

⑤()とは、筋の生理的断面積の単位面積あたりの最大張力をいうが、人の場合性差はなく約 $6 \pm 2 \text{ kg/cm}^2$ である。

筋を収縮させて得られた張力を⑥()というが、この張力は結合組織や筋細胞膜などの膜構造の弾性により生じた張力[⑦()張力という]と純粹に神経の命令による筋線維の収縮によって生じた張力[⑧()張力という]とを合算したものである。

筋の短縮速度は筋に加えられた負荷によって変化する。負荷がないときにその速度は⑨()となり、負荷が大きくなれば短縮距離は短くなり速度も⑩()なる。

(中村・他¹⁰⁾)

解答

- ② ① 神経支配比 ② 小さく ③ 大きい
 ③ ① 数 ② 興奮頻度 ③ タイミング ④ 数 ⑤ 絶対筋力
 ⑥ 全張力 ⑦ 静止 ⑧ 活動 ⑨ 最大 ⑩ 遅く

SIDE MEMO

④ 筋肥大と筋萎縮

通常、筋に強い負荷がかかるような運動をし続けるとその筋は太くなるが、これを①()という。この現象が生じる理由は筋原線維の数が増すことによる筋線維直径の②()、ATPやクレアチリン酸やグリコゲンなどのエネルギー補給機構の増大が考えられる。

筋線維の数が増えることを③()といい、筋肥大とともに筋が太くなる理由の1つである。③は主に④()期に起こり、生後は主に筋肥大によって筋は太くなっていく。筋力増強訓練による筋線維の肥大は⑤()線維より⑥()線維に著しく現れる。

筋線維の直径が細くなることを⑦()という。1~2カ月間の筋の不使用で筋の太さは1/2ぐらいに細くなるとされる。抗重力筋では⑧()線維より⑨()線維の方に明らかに萎縮が現れる。

解答

- ④ ① 筋肥大 ② 増大 ③ 筋線維増殖 ④ 胎生 ⑤ 遅筋 ⑥ 速筋
⑦ 筋萎縮 ⑧ 速筋 ⑨ 遅筋

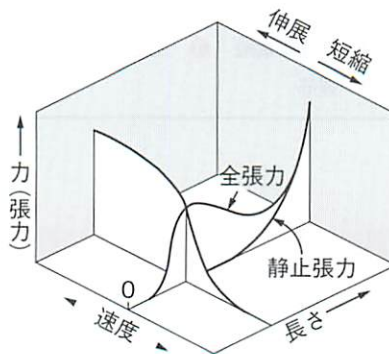
基礎問題

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

- ・収縮に参加する運動単位の数が多ければ多いほど①()筋張力が得られる。
- ・運動単位の興奮頻度が②()すれば筋張力は低下する。
- ・発生する筋張力の強弱に関係なく、まずは閾値の③()運動単位から活動する。
- ・舌や眼球の運動など緻密な運動に関与する筋の神経支配比は④()。
- ・筋張力の程度は結果として収縮に参加している筋線維の⑤()によって決まる。発生する最大筋力と筋断面積との比を⑥()といい、性差や年齢に関係なく約⑦() $\pm 2\text{kg/cm}^2$ である。
- ・活動張力は全張力から⑧()を引くことで求めることができる。
- ・筋の短縮速度は負荷量が0の場合に⑨()となる。
- ・抗重力筋の萎縮は遅筋線維の方が速筋線維より⑩()い。

演習問題

- 正しいのはどれか。
 - 腓腹筋の神経支配比は外眼筋よりも小さい。
 - 1つの運動単位に属する筋線維は同期して興奮する。
 - γ 運動ニューロンは運動単位の構成要素の1つである。
 - 遅筋の支配神経線維の径は速筋の支配神経線維よりも太い。
 - 大径の脊髄前角細胞は小径の細胞よりも早く興奮する。
- 運動単位について正しいのはどれか。
 - 運動単位には求心性線維が含まれている。
 - 活動電位の発射頻度は200回/秒を超える。
 - 精密な働きをする筋では神経支配比が大きい。
 - 同じ運動単位の筋線維は同一の筋線維タイプからなる。
 - 筋を徐々に収縮させようとする場合大きな運動単位が先に活動を開始する。
- 筋の長さ—張力曲線に直交する力—速度曲線を示す。誤っているのはどれか。



- 静止筋で筋長を他動的に長くすると静止張力は大きくなる。
- 筋を収縮させて得られた全張力から静止張力を引くと筋収縮による活動張力が得られる。
- 活動張力は筋長に比例して大きくなる。
- 筋の短縮速度は負荷が大きくなれば遅くなる。
- 負荷が収縮力より大きいと筋は収縮しても筋長は長くなる。

14

関節の安定性と運動性

月 日

SIDE MEMO

① 関節の安定性 (joint stability)

いとも簡単に脱臼するような関節では、安定した姿勢の保持や意図したような関節運動を行うことは難しい。換言すれば、安定した姿勢の保持や意図したような関節運動を行うためには関節の安定性が大変重要となる。

関節の安定性 { 静的安定性 関節の静止状態での安定性 立位時の足関節など
動的安定性 関節の可動状態での安定性 歩行中の股関節など

関節の安定性に関与する3つの因子

【因子1】 関節面の形態

- ・ 関節窩が① () いほど関節の安定性は増す。
- ・ 関節面同士の適合性がよいほど関節の安定性は増す。
- ・ 関節面同士の接触面積が② () いほど関節の安定性は増す。



安定性のよい関節



左に比べ、
関節窩が浅い
適合性が悪い
接触面積が狭い

安定性の悪い関節

【因子2】 関節包ならびに靱帯の厚みと緊張の程度

- ・ 関節包は厚く、かつ緊張が③ () いほど関節の安定性は増す。
- ・ 靱帯は④ () くて幅広く、かつ緊張が高いほど関節の安定性は増す。



安定性のよい関節



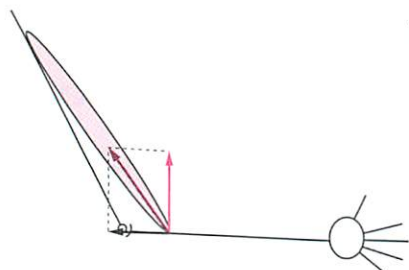
左に比べ、関節
包・靱帯は薄く
緊張は低い

安定性の悪い関節

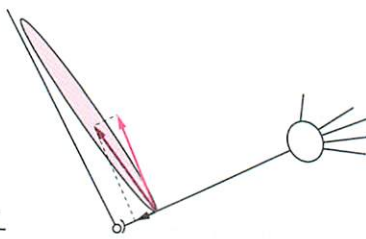
SIDE MEMO

【因子3】筋の収縮力

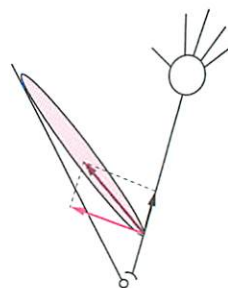
- 筋の収縮力(筋内の矢印で示す)は、関節の⑤()に関与する分力(安定成分：黒矢印←で示す)と関節の動きに関与する分力(運動成分：赤矢印→で示す)とに分けられる。
- 筋の収縮力は関節をある方向に動かすだけでなく、同時に関節の安定性にも関与している。



A：安定成分は大



B：安定成分は小



C：安定成分は逆方向

- 図Aのように関節の安定性に関与する分力が、可動する関節側に向いている場合は、末梢側の骨が中枢側の骨に押しつけられるために関節の安定性は高まる。
- 筋力を図Aと同一で図Bのように屈曲の程度を増すにつれて、関節の安定性に関与する分力が⑥()くなり、結果として筋による関節の安定化作用は低下する。
- 図Cのように関節の安定性に関与する分力が、可動する関節側とは⑦()方向に向いてしまう場合は、末梢側の骨が中枢側の骨から引き離されるために関節の安定性は著しく低下する。
- これらの図の比較からいえることは、同一の筋が同じ強さの収縮力を発揮したとしても、関節の位置が変われば、関節の安定性に与える影響も変わってくるということがわかる。

解答

① ① 深 ② 広 ③ 高 ④ 厚 ⑤ 安定性 ⑥ 小 さ ⑦ 反対または逆

SIDE MEMO

② 関節の運動性 (joint mobility)

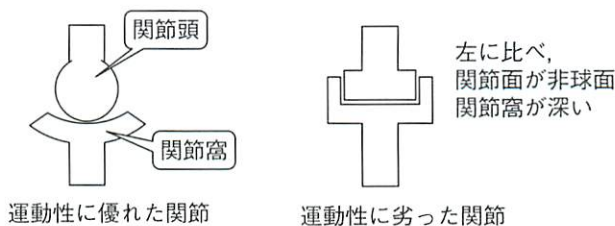
関節の運動性とは、関節がどの①()にどの程度可動できるのかを指している。例えば肩関節と股関節との比較では、可動方向については両者とも②()関節のためにあらゆる方向に動くのでその点では差はないが、可動範囲については肩関節の方が股関節より明らかに③()い。よって肩関節の方が股関節より運動性に優れていることになる。

この例からもわかるように運動性に優れた関節とは、あらゆる方向に可動し、かつその可動範囲が広い関節をいう。

関節の運動性に関与する3つの因子

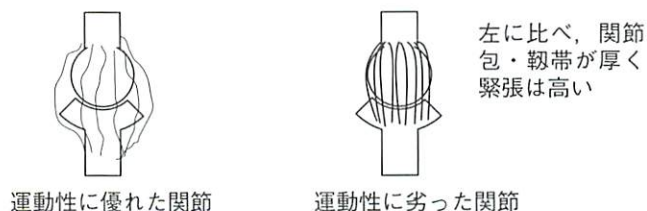
【因子1】関節面の形態

- ・関節面が球面であるほどあらゆる方向に動く。
- ・関節窩が浅いほど可動範囲は④()い。
- ・関節面同士の接触面積が狭いほど関節の可動範囲は広い。



【因子2】関節包ならびに靱帯の形態と緊張

- ・関節包は薄く、その緊張が⑤()いほど関節の運動性は増す。
- ・靱帯は薄く、かつ幅が⑥()く、そしてその緊張が低いほど関節の運動性は増す。



【因子3】筋

屈伸しかしない肘関節に比べ、あらゆる方向に可動する肩関節においてはさまざまな走行の筋が関与する。

SIDE MEMO

③ 関節の安定性と運動性との関係

①と②で示したように同じ組織の因子同士で比較した場合、関節の安定性と運動性とはほぼ①()の関係になると考えてよいが、はたして関節の安定性と運動性の関係はそんなに単純なものだろうか。

例えば、柱にドアを連結する蝶番(ヒンジ)のネジが弛んだ状態を想像してみよう。→ ドアはスムーズに開閉できない。

関節も同様に関節面同士の適合性が悪かったり、生理的以上に関節が弛んだ状態(亜脱臼や脱臼状態)だったりしていればスムーズには動かない。

以上のことより、関節を意のままに固定したり、動かしたりするには、関節が脱臼しないような構造や仕組みになっている必要がある。すなわち、

格言：「安定性あつての運動性」

である。

15

運動の中枢神経機構

月 日

SIDE MEMO

▶筋紡錘

筋線維と平行に位置する紡錘形の長さ6~8mmの固有受容器で、筋長を検出する働きをする。

▶錘内筋線維

筋紡錘内の筋線維を錘内筋線維といい、それに対し通常の筋線維を錘外筋線維という。

▶γ運動ニューロン

筋紡錘の錘内筋線維を支配している運動ニューロン。

▶α-γ連関

筋が短縮する求心性筋収縮に伴って筋紡錘が弛み、その結果筋長を検出する感度の低下を招くので、それを防ぐ目的で上位中枢からの運動指令はα運動ニューロンとγ運動ニューロンに同時に伝達される。

① 随意運動と反射運動

運動は、意図的にコントロールできる運動をさす①()運動(voluntary movement)と、意識的に制御できない運動をさす②()運動(involuntary movement)とに分けられる。①()運動の中でも特に習慣や練習でパターン化した運動を③()運動(automatic movement)という。不随意運動のなかである刺激によって引き起こされる運動を④()運動(reflex movement)という。

② 反射運動

反射運動とは、①()に対して生体がみせる合目的かつ不随意的応答で、比較的②()の様式を示す。反射運動は③()や④()レベルの中枢で統合される。

反射運動の特徴は、

- ・ 応答パターンは単純で⑤()である。
- ・ ⑥()の介在によって応答パターンが多少変化することもある。
- ・ 十分な刺激の強さであれば必ず⑦()がある。

刺激に対する応答までの一連の経路を⑧()または反射路という。



効果器が⑨()であれば何らかの動きが、それが⑩()であれば唾液やホルモンの分泌といった応答がおこる。

反射は機能的に、⑪()反射、体性反射、内臓反射に分類される。

解答 ① ① 随意 ② 不随意 ③ 自動 ④ 反射

② ① 刺激 ② 一定 ③ 脊髄 ④ 脳幹 ⑤ 定型的 ⑥ 意志 ⑦ 応答

⑧ 反射弓 ⑨ 筋 ⑩ 腺 ⑪ 姿勢

SIDE MEMO

③ 伸張反射

この反射は反射弓に1カ所のシナプスがある①()シナプス反射であり、反射の中で最も原始的なものとされている。この反射を反射弓に当てはめてみると、

刺激：骨格筋を急激に伸張する機械的刺激

受容器：引き伸ばされた骨格筋の中の②()

求心路：③()線維

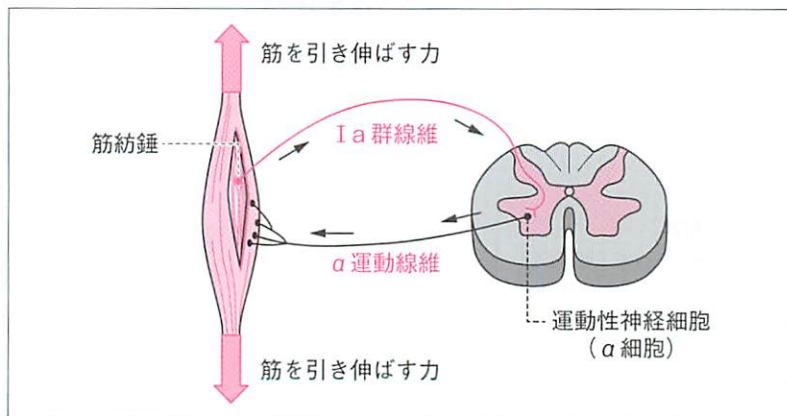
中枢：④()

遠心路：⑤()線維

効果器：引き伸ばされた骨格筋

応答：引き伸ばされた骨格筋の⑥()

この反射は引き伸ばされた筋が収縮して元の⑦()に戻ろうとすることより、姿勢保持に役立っていることがわかる。



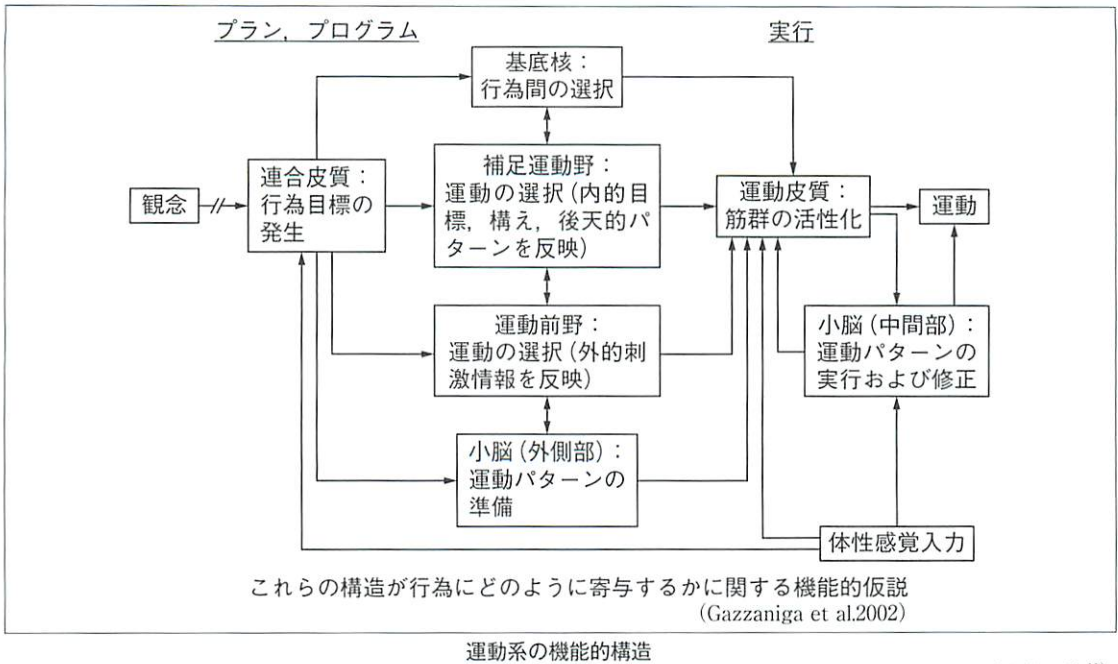
④ 随意運動の中樞機構

自発的行動の①()には必ず欲求や意図があり、これが具体的な運動のプランやプログラムに連なる。欲求や意図は外的刺激あるいは空腹感や渇きといった②()刺激によって生じる。刺激によって③()賦活系の活動は高まり、それに伴い④()レベルも高まる。刺激に関する情報は⑤()にて知覚、認知され、行動様式が決定する。次に皮質連合野から3つの経路で情報が運動野へ伝達され、運動プランが決まる。そのプランは⑥()や錐体外路を経由して脊髄の運動ニューロンや介在ニューロンに伝えられ運動プログラムが完成する。

解答

③ ① 単 ② 筋紡錘 ③ Ia ④ 脊髄 ⑤ α ⑥ 収縮 ⑦ 長さ

④ ① 前 ② 内的 ③ 網様体 ④ 覚醒 ⑤ 大脳皮質 ⑥ 錐体路



基礎問題

次の()の中に適語を入れよ。

- ・意図的あるいは意識的運動を①()運動というが、その最高位の中樞は②()である。
- ・刺激に対する応答までの一連の経路を③()または反射路という。
- ・反射運動は④()や脳幹レベルの中樞で統合される。
- ・反射運動の応答パターンには単純で⑤()であるといった特徴がある。
- ・伸張反射の受容器は⑥()である。
- ・筋紡錘は筋の⑦()を検知するセンサーの役割を担う。
- ・伸張反射の求心路は⑧()である。
- ・伸張反射の意義は⑨()を一定に保つことにある。
- ・小脳は大脳皮質から発せられた指令と実際に実行された運動を比較分析して修正の必要があると⑩()に信号を送って運動を調節する。

演習問題

1. 筋紡錘について正しいのはどれか。
 1. 二次終末は核鎖線維に比べ核袋線維との結合が強い。
 2. 手の虫様筋に比べ上腕二頭筋で高密度に存在する。
 3. II群線維は筋紡錘の動的感受性を調整している。
 4. Ia群線維は核袋線維からの求心線維である。
 5. 錘内筋は α 運動ニューロンに支配される。
2. 自原抑制について正しいのはどれか。
 1. 受容器は筋紡錘である。
 2. 単シナプス反射である。
 3. 効果器は同名筋である。
 4. 反射の中樞は中脳である。
 5. 求心性神経はIa群である。
3. 伸張反射の反射弓を構成するのはどれか。2つ選べ。
 1. α 運動線維
 2. Ia群求心性線維
 3. Ib群求心性線維
 4. III群求心性線維
 5. IV群求心性線維

16

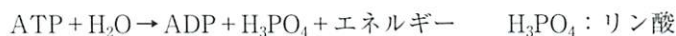
運動とエネルギー代謝

月 日

SIDE MEMO

① ATPの生成過程

筋収縮の直接的エネルギー源は①() (adenosine-triphosphate ATP)である。このATPが加水分解され②() (adenosine-diphosphate ADP)になる過程で7.3kcal/molのエネルギーが生じる。



運動開始前の筋内に存在するATPは極少量なので、それによる筋運動は数秒で終了してしまうので、筋運動を続けるには以下の3つのATP生成過程を利用する。

a. ATP-CP系エネルギー(無酸素性機構:非乳酸系エネルギー)

筋内の③() (creatine phosphate CP)の分解によりATPが生成される。



この系は④()系で、⑤()を生成しない。

この系のエネルギーの産生や放出は急激的で、激しい運動を行った場合の持続時間は約10秒ぐらいである。運動の⑥()時期や瞬発的な動きに利用される。

b. 解糖系エネルギー(無酸素性機構:乳酸系エネルギー)

血中のブドウ糖であるグルコースや筋・肝臓にある⑦()が⑧()になる過程(解糖過程)でATPが生成される。

この系は⑨()系で、⑩()を生成する。

この系のATP産生効率、ATP-CP系ほどではない。比較的高いパワーを発揮でき、最大筋力での運動持続時間は30~40秒ぐらいである。

解答

① ① アデノシン三リン酸 ② アデノシン二リン酸 ③ クレアチンリン酸

④ 無酸素 ⑤ 乳酸 ⑥ 開始 ⑦ グリコーゲン ⑧ ビルビン酸

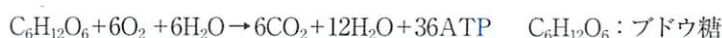
⑨ 無酸素 ⑩ 乳酸

SIDE MEMO

c. 有酸素系エネルギー（有酸素性機構）

細胞内の⑪（ ）にある⑫（ ）回路（TCA回路）を通してATPが生成される。

この系のエネルギーの産生は比較的緩やかにおこるが、生産量は他に比較して多い。



パワーは高くないが、持続時間は長い。

② 代謝当量（代謝率：metabolic equivalents, METs）

代謝当量の英訳はmetabolic equivalentsで、通常①（ ）と言うが、これは安静座位時のエネルギー代謝に対する②（ ）時のエネルギー代謝の割合をいう。

1METsとは③（ ）当たりで、かつ体重1kg当たりの酸素摂取量のことで、④（ ）/kg/minとなる。

体重60kgの人の最大酸素摂取量2,100ml/minの運動時の代謝当量は⑤（ ）METsである。

通常歩行での代謝当量は⑥（ ）METsである。

解答

① ⑪ ミトコンドリア ⑫ クエン酸

② ① METs（メッツ） ② 運動 ③ 1分間 ④ 3.5ml ⑤ 10 ⑥ 3~4

基礎問題

次の（ ）の中に適切な語句を記入しなさい。

- ・ATPの分解と同じ速さでATPが①（ ）されないと筋活動の継続は不可能である。
- ・短時間の筋活動でのATPの再合成には②（ ）が利用される。
- ・長時間に及ぶ筋活動には、③（ ）の存在のもとに起こるATPの再合成や、グルコースや④（ ）分解によるATPの供給が必要となる。
- ・代謝当量とは通常メッツといい、安静⑤（ ）時のエネルギー代謝に対する運動時のエネルギー代謝の割合をいう。
- ・体重75kgの人の最大酸素摂取量2,100ml/分の運動時の代謝当量は⑥（ ）METsである。

17

運動と呼吸・循環

月 日

SIDE MEMO

① 運動時の呼吸数と換気量

軽度の運動負荷では、呼吸数はあまり増加せず①()が増加する。

中程度の運動負荷では、呼吸数も1回換気量も②()する。

重度の運動負荷では、中程度の運動負荷で認められた1回換気量の増加を維持しつつ呼吸数が③()する。

トレーニング効果として、同一の運動負荷では1回換気量、呼吸数ともに④()する。

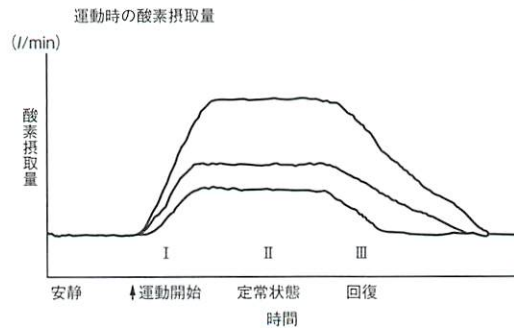
② 酸素摂取量

酸素摂取量とは、体内に取り込んだ単位時間あたりの①() (ml/min) のことで、通常②()で表す。

安静座位での②()は、成人で約③()/kg/minである。→1MET

運動負荷の強度を上げているにも関わらずそれ以上に $\dot{V}O_2$ が増加しなくなった状態での値を④() ($\dot{V}O_{2max}$) といい、⑤()を表す指標である。

トレーニング効果として、肺活量、 $\dot{V}O_{2max}$ とも⑥()する。



- I: 筋肉運動開始により酸素摂取量は増加する。
 II: 定常状態となる。
 III: 運動終了後の回復にはある程度の時間が必要である。
 3つのレベルは運動強度の相違を示す。

(Dupont et al. 1983, 一部改変)

解答

① ① 1回換気量 ② 増加 ③ 増加 ④ 減少

② ① 酸素量 ② $\dot{V}O_2$ ③ 3.5ml ④ 最大酸素摂取量 ⑤ 全身持久力 ⑥ 増加

SIDE MEMO

③ 無酸素性作業閾値 (anaerobic threshold : AT)

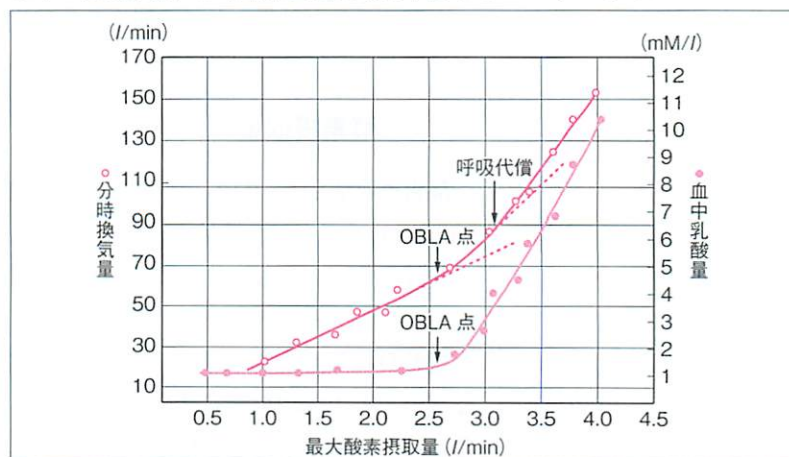
これは最大酸素摂取量同様、①()を表す指標である。

運動負荷の増加に伴い、有酸素系のATP産生に②()系のATP産生が加わり始める点とされ、以下の2つの判定方式がある。

③()作業閾値 (ventilatory threshold VT) : 換気量やCO₂排出量が急に増加する点→下図OBLA点

④()作業閾値 (lactate threshold LT) : 血中の乳酸濃度が急に増加する点→下図OBLA点

ATは $\dot{V}O_2\max$ の⑤()前後の運動強度であり、この値以下の運動負荷では運動を比較的長く続けることができる。



OBLA : onset of blood lactate accumulation : 血中乳酸蓄積の始まり。

(McArdle et al. 1991, 一部改変)

④ 運動時の心拍出量

心拍出量(l/分)は心拍数(拍/分)と①() (ml/回)の積で表され、運動負荷の増加に伴い安静時の約5倍まで増加する。

1回拍出量は、中程度の運動負荷までは安静時のその約②()倍まで増加し、その後はほぼ一定となる。

重度の運動負荷では、心拍数は安静時のその③約()倍まで増加する。

運動強度を高めてもそれ以上に心拍数が増加しなくなった時点での心拍数を最大心拍数(HRmax)といい、予測される最大心拍数は220-

④() (拍/分)で求める。

解答

③ ① 全身持久力 ② 無酸素 ③ 換気性 ④ 乳酸性 ⑤ 60%

④ ① 1回拍出量 ② 1.5 ③ 3 ④ 年齢

SIDE MEMO

トレーニング効果として、同一の運動負荷では心拍数は⑤()する。

トレーニング効果として、安静時の心拍数は⑥()し、1回拍出量は⑦()する。

⑤ 運動時の血圧

運動時には収縮期血圧が拡張期血圧より①()する。

等尺性運動が等張性運動より収縮期血圧の②()は著しい。

運動中の心筋の酸素消費量を表す指標にダブルプロダクト(二重積)があるが、これは収縮期血圧と③()の積で表す。

トレーニング効果として、同一の運動負荷ではダブルプロダクトは④()する。

解答

④ ⑤ 減少 ⑥ 減少 ⑦ 増加

⑧ ① 上昇 ② 上昇 ③ 心拍数 ④ 減少

基礎問題

次の()の中に適切な語句を入れなさい。

- ・軽度の運動負荷では、①()はあまり増加せず1回換気量が増加する。
- ・運動負荷の増加に伴い心拍数は直線的に増加するが、1回拍出量は②()の負荷までは増加し、その後は増加しない。
- ・全身持久力の評価の指標には③()や無酸素性作業閾値が用いられる。
- ・無酸素性作業閾値(AT)とは、運動強度の増加に伴い、④()系のATP産生機構に無酸素系のATP産生機構が加わり始める点とされる。
- ・無酸素性作業閾値(AT)は⑤()の約60%前後の運動強度である。
- ・年齢50歳の人の予測最大心拍数は⑥()(拍/分)である。
- ・運動中の心筋の酸素消費量を表す指標にダブルプロダクト(二重積)があるが、これは⑦()と心拍数の積で表す。

MEMO



2

第2章 上肢の運動学

- 1 上肢の解剖学……72
- 2 上肢帯の運動学……84
- 3 肩関節の運動学……90
- 4 肘関節と前腕の運動学……98
- 5 手関節の運動学……104
- 6 手の運動学 その1……108
- 7 手の運動学 その2……117

1

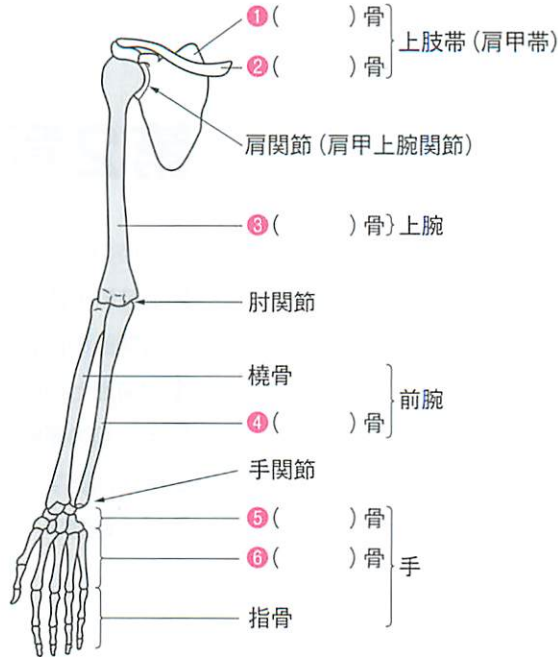
上肢の解剖学

月 日

SIDE MEMO

①

上肢の骨格 (右上肢前面)



②

上肢骨のまとめ

上肢骨

① () 種,
② () 個

上肢帯

・③ () 性を主
とした構造
・④ () 力に対
する防御性が乏
しい

肩甲骨

…1 個: ⑤ ()

な三角形の骨, 多くの筋
が付着する

鎖骨

…1 個: ⑥ ()

状弯曲, 内 2/3 前方凸,
外 1/3 後方凸, ⑦ () 性骨化により生
体内で最も早く骨化する

自由上肢骨

上腕骨

…1 個: 上肢 ⑧ () の骨, 上 1/2 は円柱状, 下

1/2 は ⑨ () 状

橈骨

…1 個: 前腕 ⑩ () 側の骨, 近位端が小さく遠

位端が大きい

尺骨

…1 個: 前腕 ⑪ () 側の骨, 橈骨より長い近位

端が大きく, 遠位端が小さい

手根骨

…8 個: 2 列に並び, ⑫ () 性関節で連結

中手骨

…5 個: ⑬ () 骨

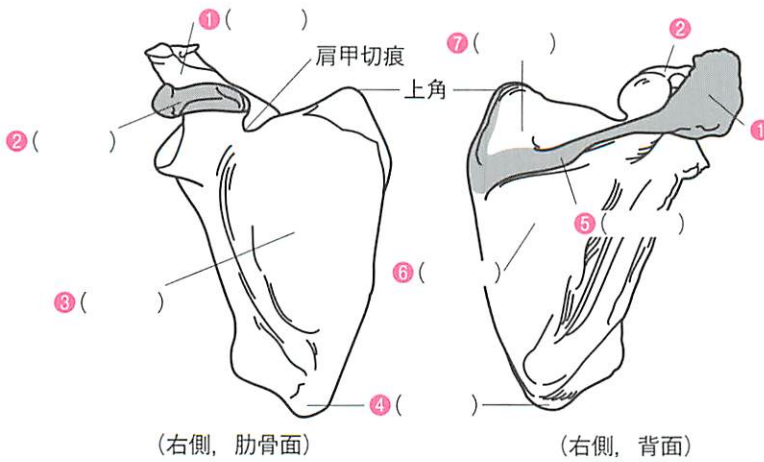
手指骨

…14 個: 第 II~IV 指: 基節骨, 中節骨, 末節骨が存在,

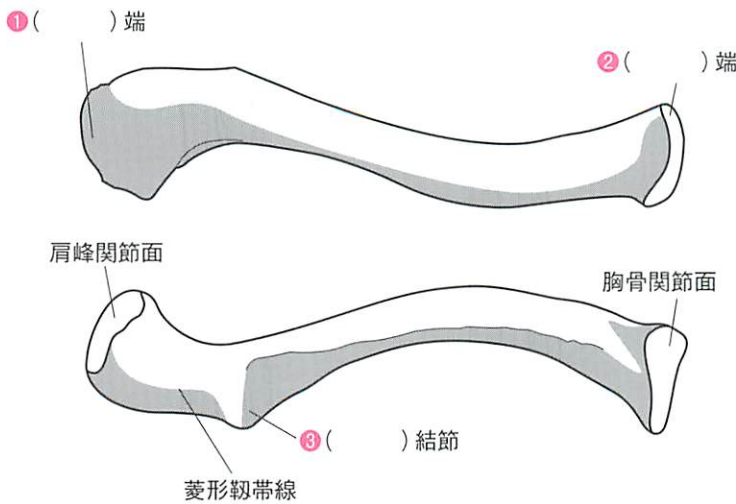
第 I 指 (母指): ⑭ () 骨がない

③ 上肢の骨(右上肢)

a. 肩甲骨



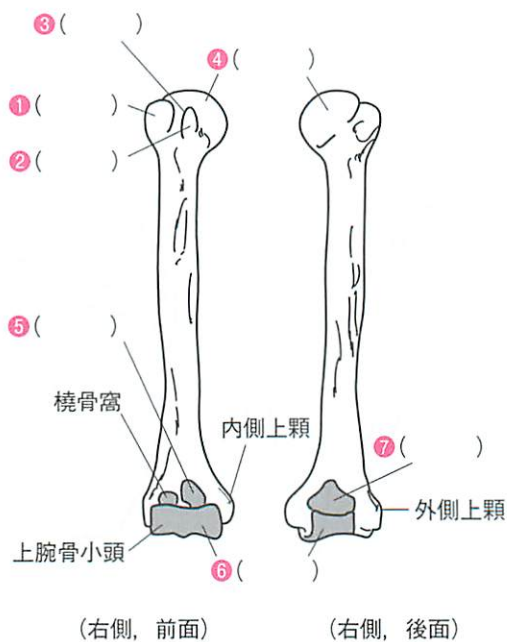
b. 鎖骨(右)



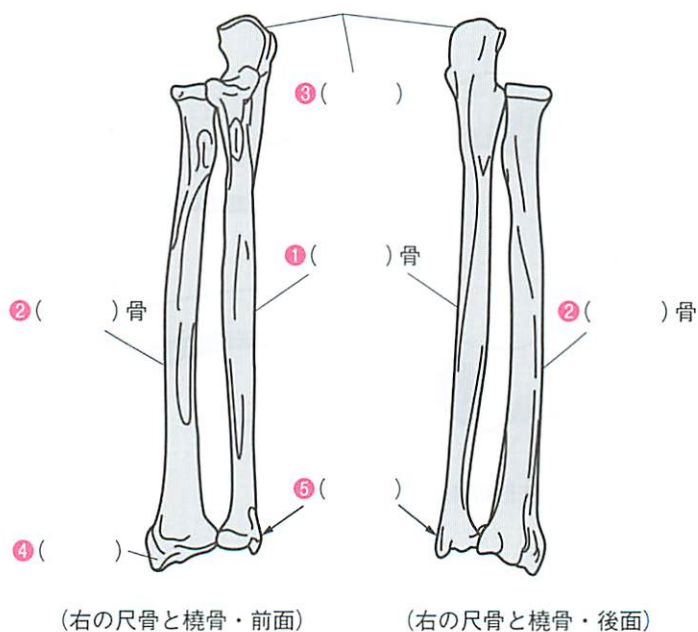
解答

- ① ① 肩甲 ② 鎖 ③ 上腕 ④ 尺 ⑤ 手根 ⑥ 中手
 ② ① 8 ② 32 ③ 可動 ④ 外 ⑤ 扁平 ⑥ S ⑦ 膜 ⑧ 最大
 ⑨ 三角柱 ⑩ 外 ⑪ 内 ⑫ 滑膜 ⑬ 管状 ⑭ 中節
 ③ a ① 肩峰 ② 烏口突起 ③ 肩甲下窩 ④ 下角 ⑤ 肩甲棘 ⑥ 棘下窩 ⑦ 棘上窩
 b ① 肩峰 ② 胸骨 ③ 円錐靱帯

c. 上腕骨



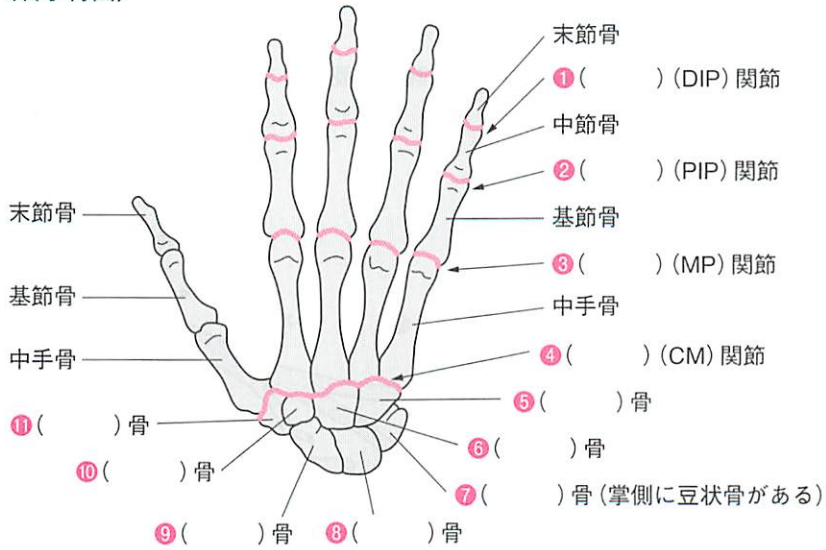
d. 尺骨と橈骨



解答

- ③ c ① 大結節 ② 小結節 ③ 結節間溝 ④ 上腕骨頭 ⑤ 鈎突窩 ⑥ 上腕骨滑車
⑦ 肘頭窩
d ① 尺 ② 橈 ③ 肘頭 ④ 橈骨茎状突起 ⑤ 尺骨茎状突起

e. 手部の骨(右手背面)



解答

③ e ① 遠位指節間 ② 近位指節間 ③ 中手指節 ④ 手根中手 ⑤ 有鉤 ⑥ 有頭
⑦ 三角 ⑧ 月状 ⑨ 舟状 ⑩ 小菱形 ⑪ 大菱形

SIDE MEMO

腕神経叢は

(C5, C6)より-(C7)ナ+

(C8 T1)ヨイテ構成

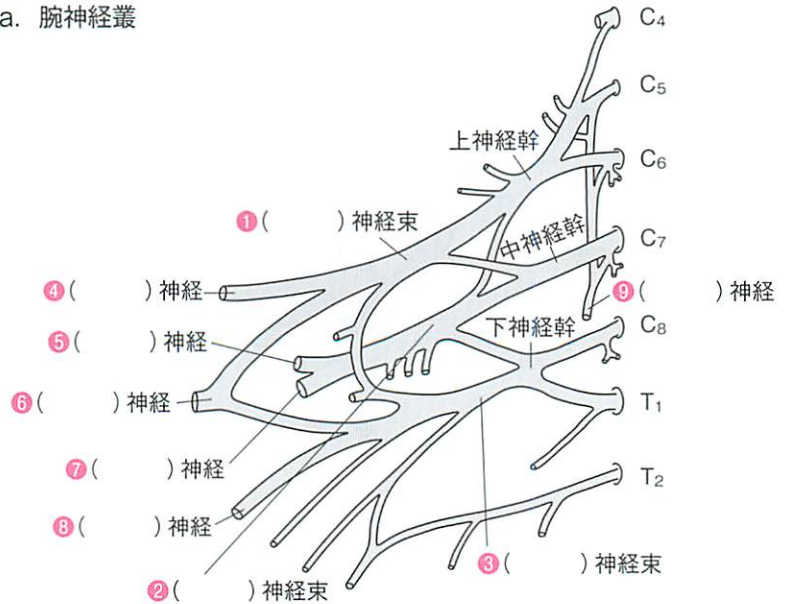
上肢を支配する主な

神経は、腕神経叢から
出る。

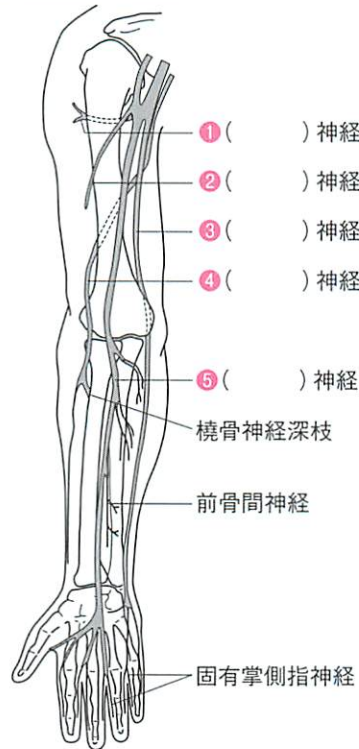
4 上肢の神経

上肢の末梢神経は腕神経叢 (C₅~T₁) に由来する。

a. 腕神経叢

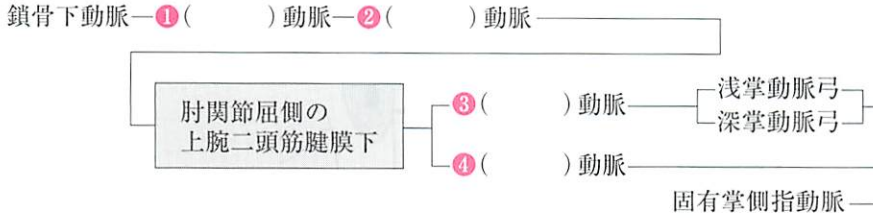


b. 上肢の末梢神経 (右上肢内側面)

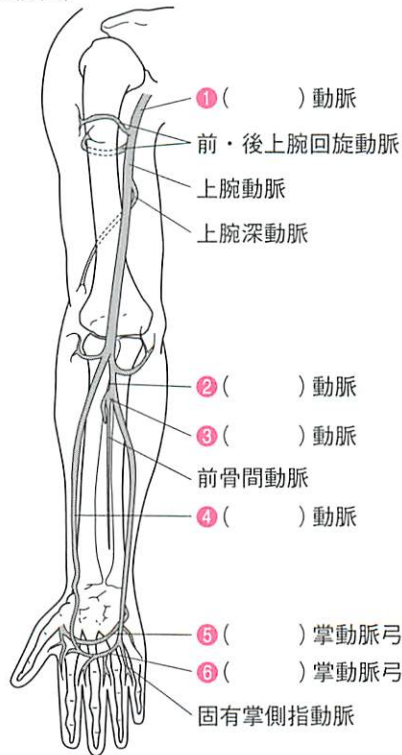


⑤ 上肢の血管

a. 上肢の動脈



b. 上肢の動脈の走行図(右上肢前面)

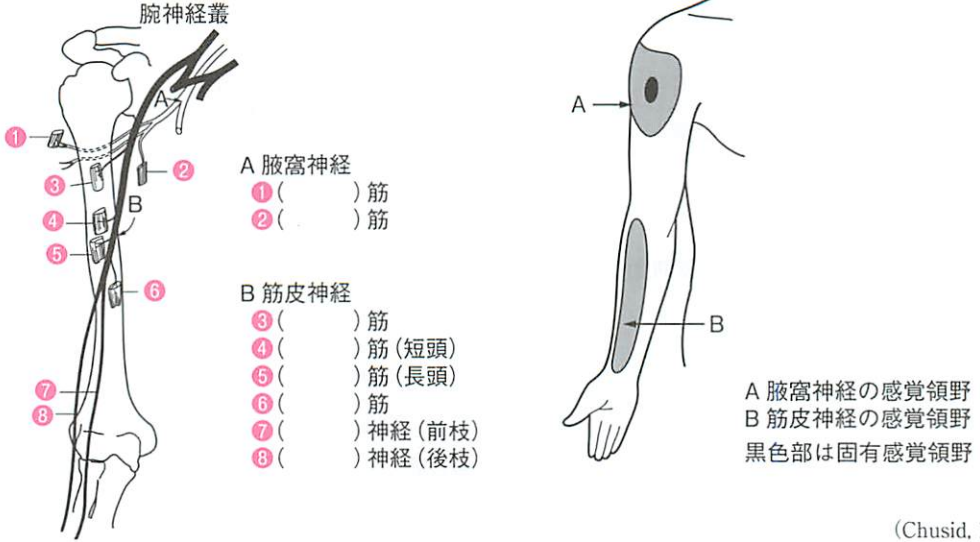


解答

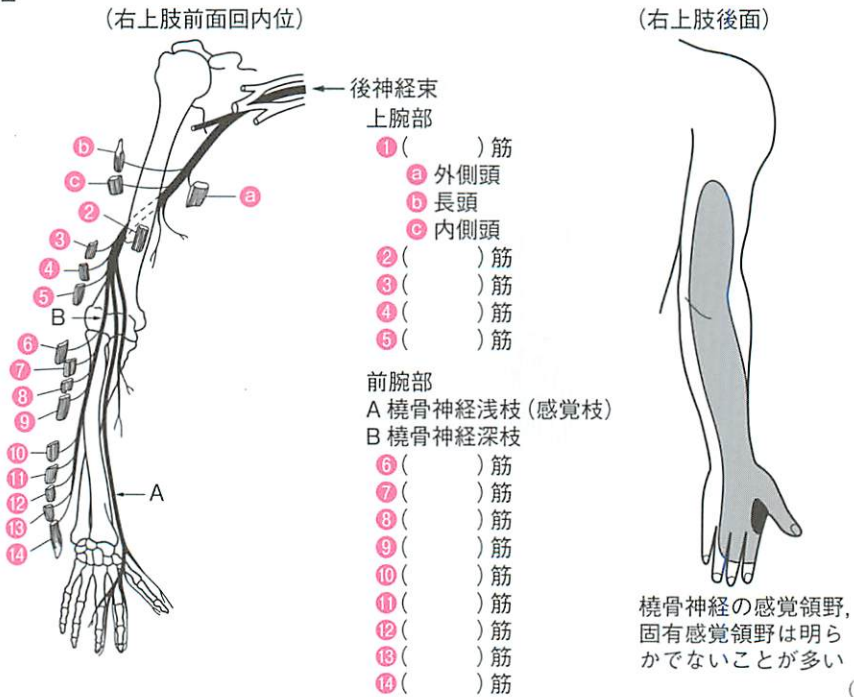
- ④ a ① 外側 ② 後 ③ 内側 ④ 筋皮 ⑤ 腋窩 ⑥ 正中 ⑦ 橈骨 ⑧ 尺骨
⑨ 長胸
- b ① 腋窩 ② 筋皮 ③ 尺骨 ④ 橈骨 ⑤ 正中
- ⑤ a ① 腋窩 ② 上腕 ③ 橈骨 ④ 尺骨
- b ① 腋窩 ② 尺骨 ③ 総骨間 ④ 橈骨 ⑤ 深 ⑥ 浅

⑥ 上肢の神経と筋・皮膚

a. 腋窩・筋皮神経(右上肢前面)



b. 橈骨神経

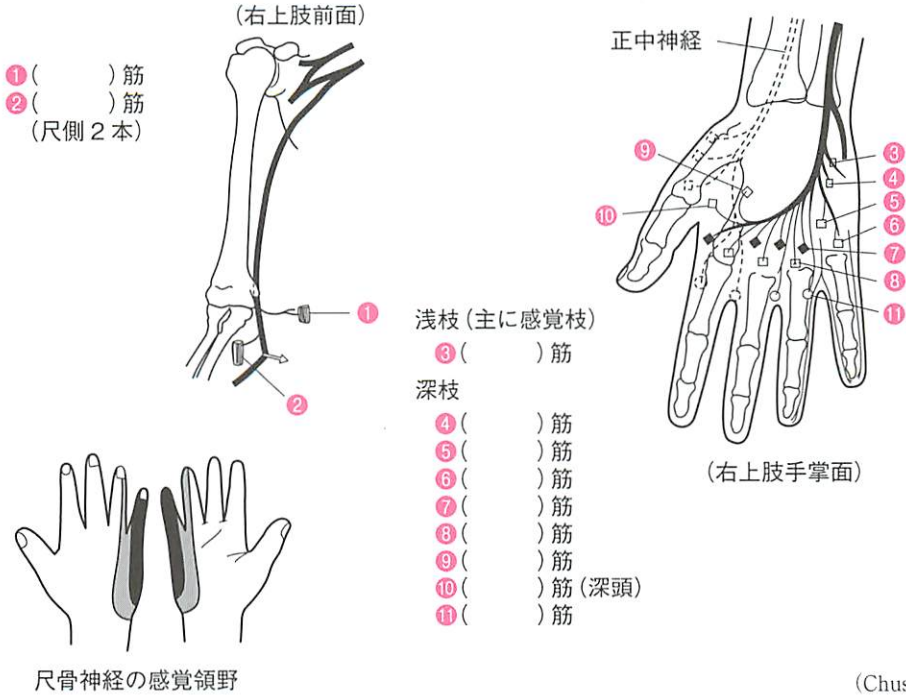


解答

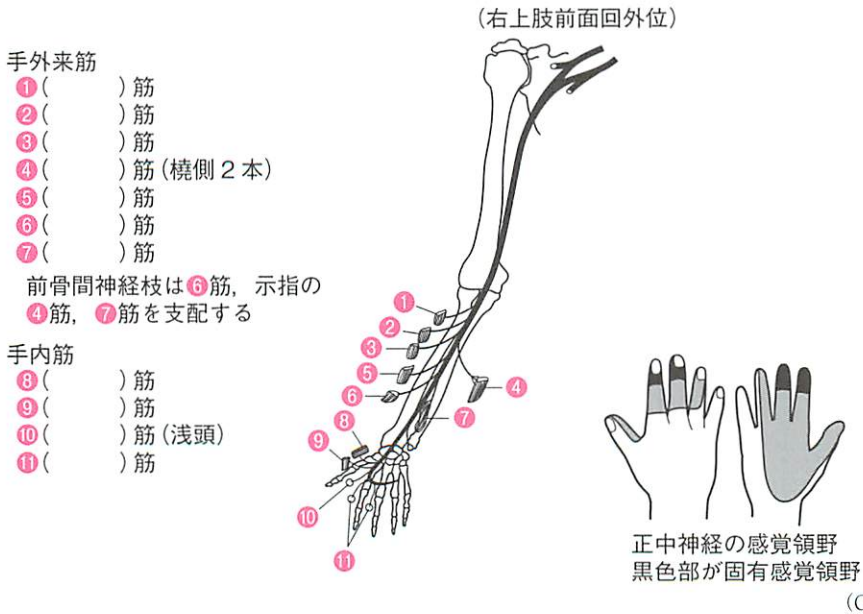
⑥ a ① 三角 ② 小円 ③ 烏口腕 ④ 上腕二頭 ⑤ 上腕二頭 ⑥ 上腕
⑦ 外側前腕筋皮 ⑧ 外側前腕筋皮

b ① 上腕三頭 ② 上腕 ③ 腕橈骨 ④ 長橈側手根伸 ⑤ 肘 ⑥ 短橈側手根伸
⑦ 指伸 ⑧ 小指伸 ⑨ 尺側手根伸 ⑩ 回外 ⑪ 長母指外転 ⑫ 短母指伸
⑬ 長母指伸 ⑭ 示指伸

c. 尺骨神経

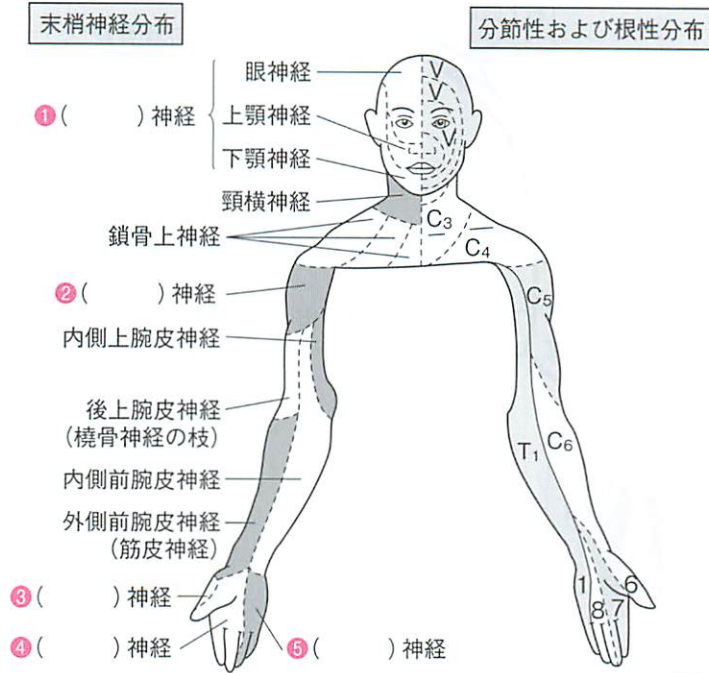


d. 正中神経



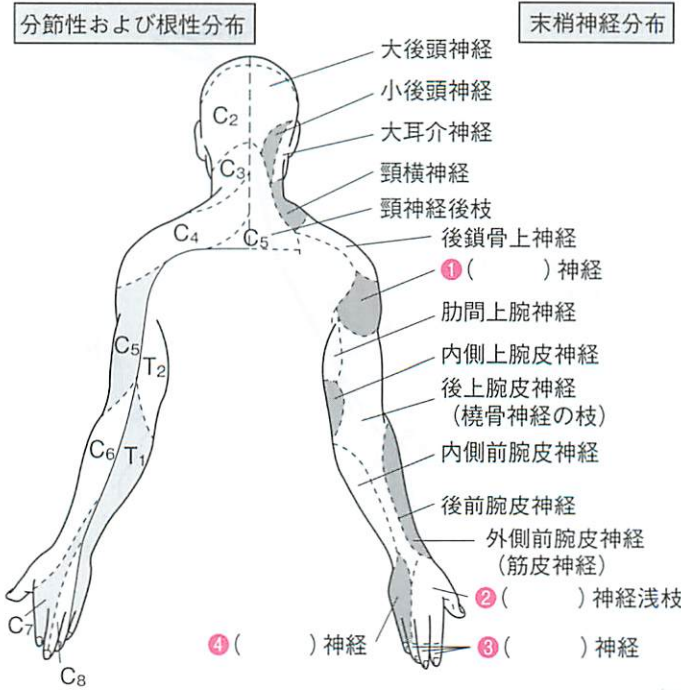
- 解答** ⑥ c ① 尺側手根屈 ② 深指屈 ③ 短掌 ④ 小指外転 ⑤ 小指対立 ⑥ 小指屈
⑦ 背側骨間 ⑧ 掌側骨間 ⑨ 母指内転 ⑩ 短母指屈 ⑪ 虫様
- d ① 円回内 ② 長掌 ③ 橈側手根屈 ④ 深指屈 ⑤ 浅指屈 ⑥ 長母指屈
⑦ 方形回内 ⑧ 短母指外転 ⑨ 母指対立 ⑩ 短母指屈 ⑪ 虫様

e. 上肢の皮膚の感覚神経支配域（前面）



(Chusid, 1988 : 一部改変)

f. 上肢の皮膚の感覚神経支配域（後面）



(Chusid, 1988 : 一部改変)

解答 ⑥ e ① 三叉 ② 腋窩 ③ 橈骨 ④ 正中 ⑤ 尺骨
f ① 腋窩 ② 橈骨 ③ 正中 ④ 尺骨

基礎問題

1. 上肢の骨

次の文で正しいものに(○), 誤っているものに(×)を記入しなさい。

- ① (○) 上肢帯とは, 軸骨格と自由上肢骨を連結する骨で, 鎖骨と肩甲骨がこれに属する。
- ② (×) 鎖骨は最も折れやすい骨であり, 小児では外側1/3の骨折が, 成人は肩鎖関節のすぐ内側が骨折しやすい。
- ③ (○) 上腕骨は上肢で最大の骨である。
- ④ (×) 上腕骨解剖頸骨折では腋窩神経損傷を, 上腕骨中央部骨折では正中神経損傷を合併しやすい。橈骨
- ⑤ (○) 舟状骨は手根骨近位列骨中最大である。
- ⑥ (○) 豆状骨は尺側手根屈筋腱の中にある種子骨である。

2. 上肢の解剖

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

- a. ヒトの上肢は身体の①()機能はないが, 精密な②()を行う。このため, 豊富な③()支配と④()分布をもつ。上肢の骨は⑤()と⑥()上肢骨からなり, このうち⑤は⑦()関節により体幹と連結する。
- b. 上腕動脈は⑧()動脈に続いて⑨()筋下縁に始まり, ⑩()で橈骨動脈と尺骨動脈に分岐する。この上腕動脈は⑪()的肢位にて⑫()中点～⑬()中央を結ぶ直線上を走行し, 全長で⑭()を触れる。
- c. 腕神経叢障害は上位神経幹障害の⑮()麻痺と下位神経幹障害の⑯()麻痺に分けられる。⑮麻痺では肩甲上神経, 筋皮神経, ⑰()神経の障害が起こり, ⑱()ポジションをとる。⑯麻痺では尺骨神経, 正中神経の障害により前腕と手部の屈筋が麻痺する。他の代表的上肢の神経障害に橈骨神経麻痺の⑲(), ⑳()神経麻痺の猿手, 尺骨神経麻痺の㉑()がある。

演習問題

1. 腕神経叢の中で最も近位から分岐する神経はどれか。
 1. 尺骨神経
 2. 腋窩神経
 3. 長胸神経
 4. 肩甲上神経
 5. 内側上腕皮神経

2. 腕神経叢の後神経束に由来する神経はどれか。2つ選べ。
 1. 腋窩神経
 2. 筋皮神経
 3. 橈骨神経
 4. 正中神経
 5. 尺骨神経

3. 筋とその起始部との組み合わせで誤っているのはどれか。2つ選べ。
 1. 棘上筋———肩甲骨棘上窩
 2. 小胸筋———肩峰
 3. 前鋸筋———肩甲骨内側縁
 4. 肩甲挙筋———肩甲骨上角
 5. 上腕二頭筋長頭——烏口突起

4. 関節の形状で正しいのはどれか。2つ選べ。
 1. 肩甲上腕関節は楕円関節である。
 2. 腕尺関節はらせん関節である。
 3. 橈骨手根関節は楕円関節である。
 4. 手根間関節は臼関節である。
 5. 母指の手根中手関節は球関節である。

5. 皮下組織直下に筋膜を触知できないのはどれか。
 1. 上腕筋
 2. 回外筋
 3. 円回内筋
 4. 尺側手根伸筋
 5. 長橈側手根伸筋

6. 前腕の回内と回外の両方に働くのはどれか。

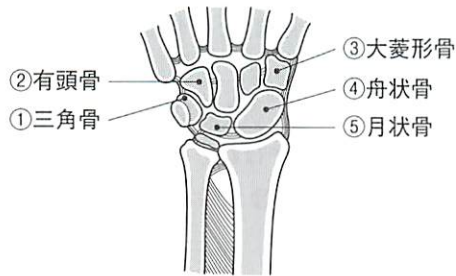
1. 上腕二頭筋
2. 上腕筋
3. 腕橈骨筋
4. 肘筋
5. 長母指外転筋

7. 尺骨と橈骨の両方に起始または停止するのはどれか。

1. 上腕三頭筋
2. 上腕筋
3. 肘筋
4. 長母指屈筋
5. 長母指外転筋

8. 誤っているのはどれか。

1. ①
2. ②
3. ③
4. ④
5. ⑤



MEMO

2

上肢帯の運動学

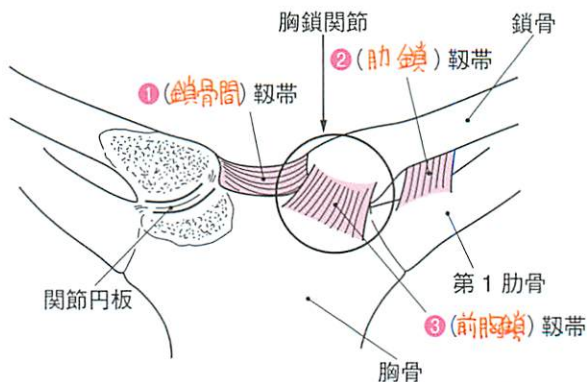
月 日

SIDE MEMO

▶上肢帯

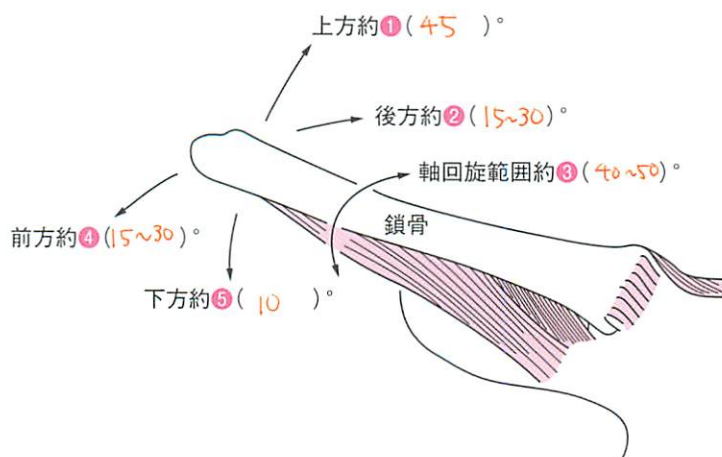
別名を肩甲帯ともいい、具体的には鎖骨と肩甲骨の両骨をいう。体幹と上肢を結びつける役割をもち、鎖骨の内側端は胸骨と胸鎖関節を形成し、外側端は肩峰と肩鎖関節を形成する。肩甲骨は胸郭を構成する背面部の肋骨との間に肩甲胸郭(仮性)関節を形成する。

① 胸鎖関節



- ・鎖骨の中枢端(=胸骨端)と胸骨柄の④(鎖骨切痕)との間に形成される関節である。
- ・体幹と⑤(上肢帯)を連結する唯一の関節である。
- ・関節面の形態的分類では⑥(鞍関節)に属するが、関節円板の介在による機能的には⑦(球関節)に分けられる。

② 鎖骨の可動域



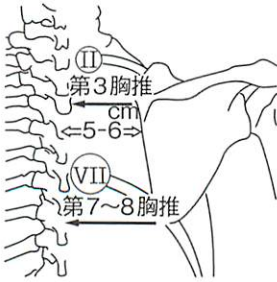
解答

① ① 鎖骨間 ② 肋鎖 ③ 前胸鎖 ④ 鎖骨切痕 ⑤ 上肢帯 ⑥ 鞍関節 ⑦ 球関節

② ① 45 ② 15~30 ③ 40~50 ④ 15~30 ⑤ 10

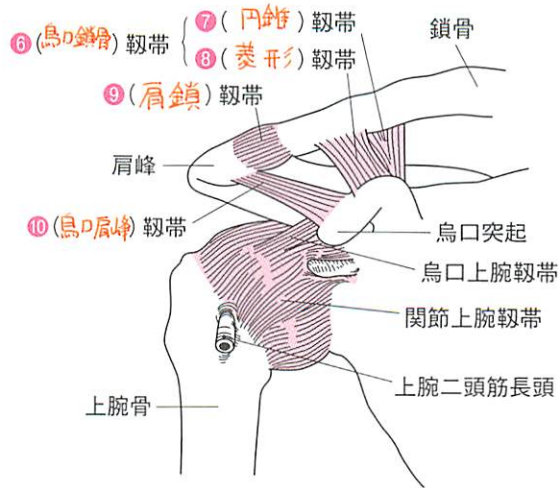
SIDE MEMO

▶肩甲骨の位置



③ 肩鎖関節(右前面)

- ・①(肩峰)と鎖骨を結ぶ②(平面)関節。
- ・胸鎖関節における肩甲骨の回旋約③(30)度に加え、肩鎖関節における肩甲骨の回旋約④(30)度と合わせて肩甲骨は体幹に対して約⑤(60)度の回旋が可能である。

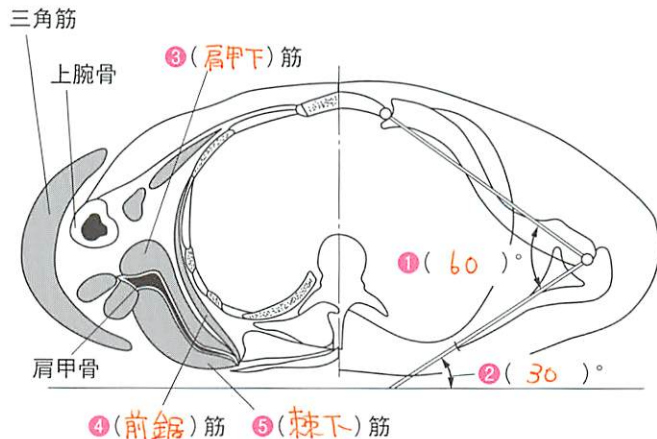


④ 肩甲胸郭(仮性)関節

▶肩甲胸郭(仮性)関節

肩甲骨と胸郭との間にできる機能的な関節を指す。この関節の関節名に仮性という言葉を加えたり、機能的な関節であると説明したりする理由は、この関節が滑膜性関節ではないからである。

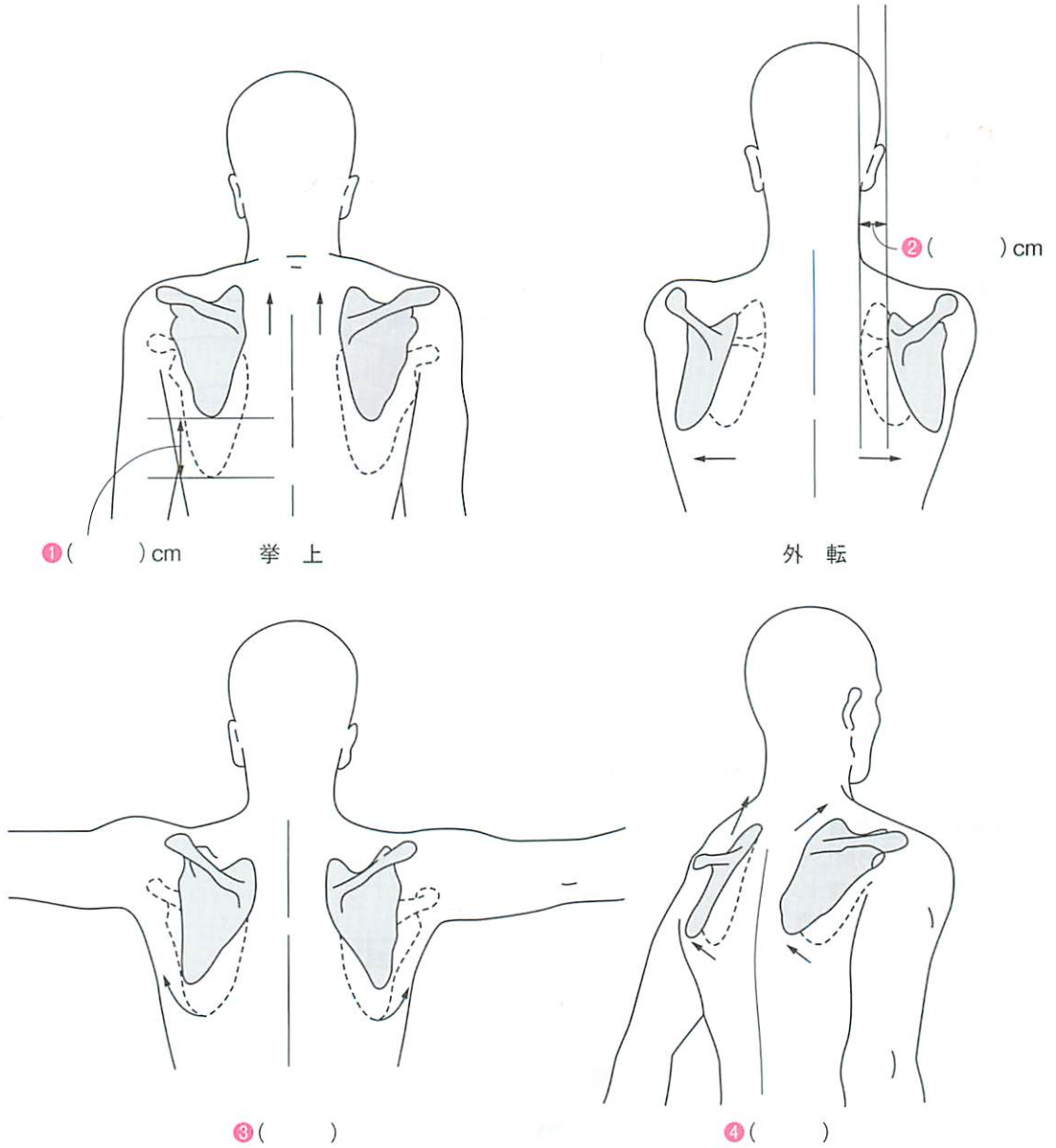
a. 肩甲骨と鎖骨の位置(体幹水平横断上方から観察)



解答 ③ ① 肩峰 ② 平面(または半) ③ 30 ④ 30 ⑤ 60 ⑥ 烏口鎖骨 ⑦ 円錐
⑧ 菱形 ⑨ 肩鎖 ⑩ 烏口肩峰

④ a ① 60 ② 30 ③ 肩甲下 ④ 前鋸 ⑤ 棘下

b. 肩甲骨の動き(後面)

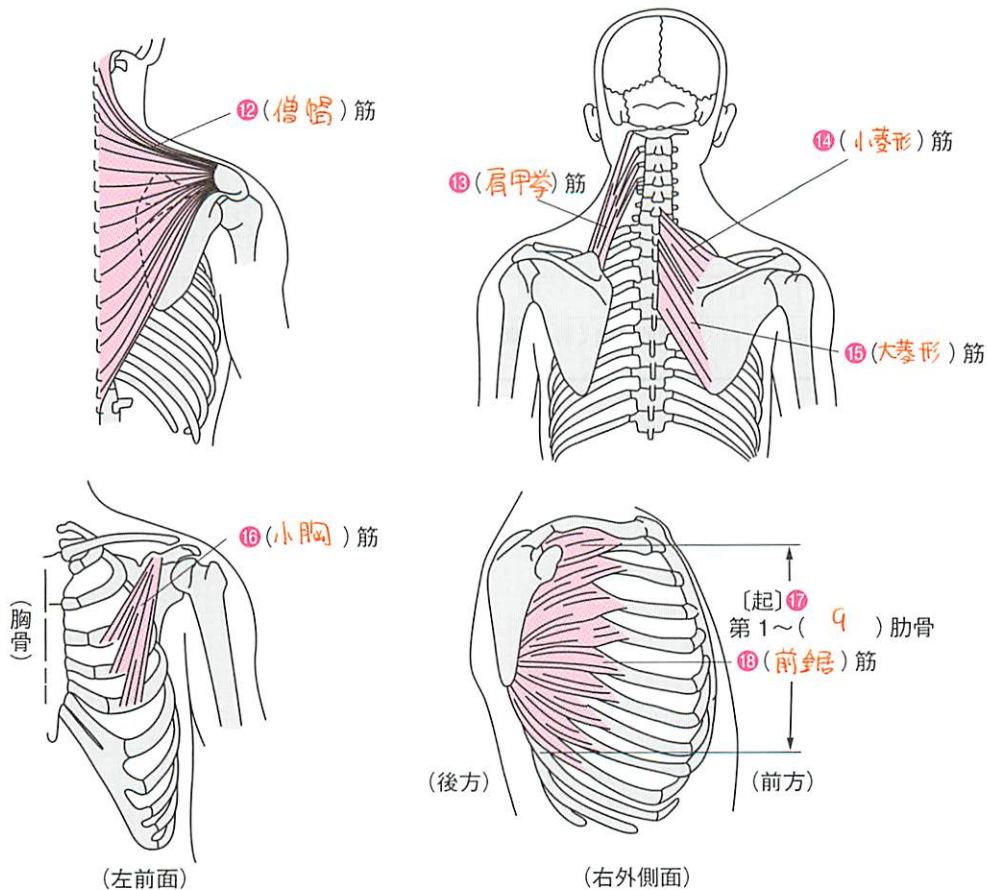


(中村・他, 一部改変¹⁾)

解答 ④ b ① 10~12 ② 15 ③ 上方回旋 ④ 前傾(上方傾斜)

5 上肢帯の運動と筋

運動方向	運動内容	筋名
① (拳上)	肩甲骨を挙げる	僧帽筋上部線維, ② (肩甲挙) 筋, 菱形筋
③ (下制) (引き下げ)	肩甲骨を引き下げる	④ (鎖骨下) 筋, 小胸筋, 僧帽筋下部線維, 大胸筋, 広背筋
外転 (屈曲)	肩甲骨を脊柱から⑤ (外側) 方向に引き離す	⑥ (前鋸) 筋, 小胸筋
内転 (伸展)	肩甲骨を⑦ (脊柱) に近づける	僧帽筋中部線維, ⑧ (菱形) 筋, 僧帽筋上・下部線維
⑨ (上) 方回旋	肩甲骨関節窩が上に向くように肩甲骨を回旋させる	前鋸筋, 僧帽筋上・下部線維
⑩ (下) 方回旋	肩甲骨関節窩が下に向くように肩甲骨を回旋させる	⑪ (小胸) 筋, 菱形筋, 肩甲挙筋



解答 ⑤ ① 拳上 ② 肩甲挙 ③ 下制 ④ 鎖骨下 ⑤ 外側 ⑥ 前鋸 ⑦ 脊柱 ⑧ 菱形
 ⑨ 上 ⑩ 下 ⑪ 小胸 ⑫ 僧帽 ⑬ 肩甲挙 ⑭ 小菱形 ⑮ 大菱形 ⑯ 小胸
 ⑰ 9 ⑱ 前鋸

基礎問題

1. 上肢帯の関節と靱帯

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

- ・烏口鎖骨靱帯は①(前外)側に位置する②(四辺)形の菱形靱帯と③(後内)側に位置する④(後三角)形の円錐靱帯からなる。
- ・菱形靱帯は⑤(肩甲)骨の⑥(前)方逸脱を、円錐靱帯は⑦(後)方逸脱を防ぐ。
- ・肩鎖関節の回旋は約⑧(36)°で、胸鎖関節での回旋域と合わせると肩甲骨は体幹に対して約⑨(60)°回旋する。

2. 肩甲骨の運動分析

次の表は肩甲骨の運動分析である。各筋が行う主運動に○印を記入しなさい。

運動 筋	挙上	下制 (引き下げ)	外転(屈曲)	内転(伸展)	上方回旋	下方回旋
鎖骨下筋		○				
小胸筋		○	○			○
前鋸筋			○		○	
僧帽筋上部	○			△	○	
僧帽筋中部				○		
僧帽筋下部		○		△	○	
肩甲挙筋	○					△
菱形筋	○			○		○

○：主に働く筋(動筋：prime mover)，△：補助的に働く筋(補助動筋：assistant mover)。

演習問題

- 肩甲骨の下制に働かないのはどれか。
 - 広背筋
 - 小胸筋
 - 鎖骨下筋
 - 大菱形筋
 - 僧帽筋下部線維
- 筋力低下により翼状肩甲を引き起こすのはどれか。
 - 棘上筋
 - 三角筋
 - 大円筋
 - 前鋸筋
 - 広背筋

3. 肩の運動とそれに伴う肩甲骨の運動との組み合わせで誤っているのはどれか。

1. 肩の屈曲——肩甲骨の下方回旋
2. 肩の伸展——肩甲骨の内転
3. 肩の外転——肩甲骨の上方回旋
4. 肩の外旋——肩甲骨の内転
5. 肩の内旋——肩甲骨の外転

4. 肩甲骨の運動と筋の組み合わせで正しいのはどれか。2つ選べ。

1. 挙上——小胸筋
2. 下制——大菱形筋
3. 上方回旋——前鋸筋
4. 下方回旋——僧帽筋下部線維
5. 内転——僧帽筋中部線維

5. 上肢帯の運動で誤っているのはどれか。

1. 肩甲骨は胸鎖関節を支点に動く。
2. 肩甲骨の回旋運動は烏口上腕靱帯で制限される。
3. 肩屈曲運動に伴い肩甲骨は上方回旋する。
4. 肩伸展運動に伴い肩甲骨は前傾する。
5. 肩30°以上の外転運動で肩甲骨は上方回旋する。

6. 肩甲骨の運動と筋との組み合わせで正しいのはどれか。

1. 挙上——小胸筋
2. 下制——広背筋
3. 外転——大菱形筋
4. 内転——肩甲下筋
5. 上方回旋——肩甲挙筋

7. 肩甲骨上方回旋に働く筋の組み合わせで正しいのはどれか。

1. 僧帽筋——前鋸筋
2. 菱形筋——小胸筋
3. 肩甲挙筋——菱形筋
4. 肩甲挙筋——小胸筋
5. 広背筋——菱形筋

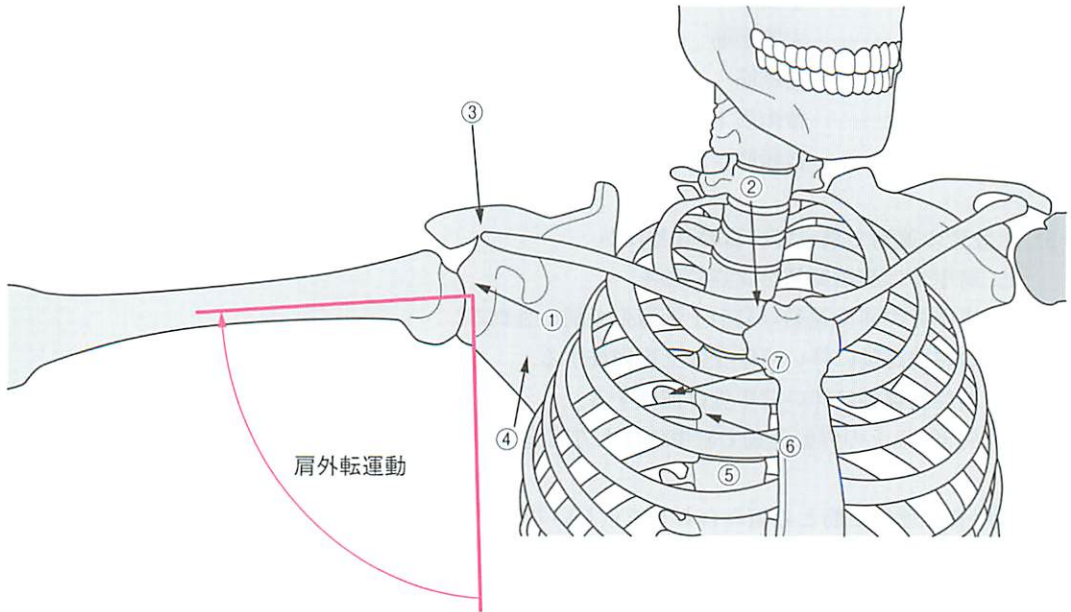
3

肩関節の運動学

月 日

① 肩関節とは

一側の肩関節を最大に外転させてみると、上腕骨の運動の他に上肢帯の運動、体幹の側屈などが確認できる。この例のように肩関節の大きな動きにはさまざまな関節が関与していることがわかる。

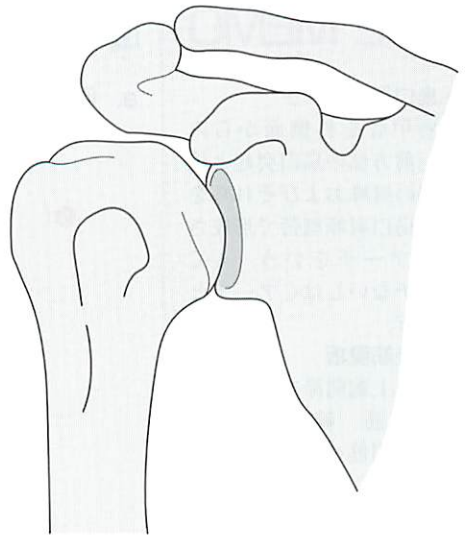


- 広義の肩関節—
- ①肩甲上腕関節……この関節が主役で、狭義の肩関節
 - ②胸鎖関節
 - ③肩鎖関節
 - ④肩甲胸郭(仮性)関節……この関節が準主役
 - ⑤脊柱
 - ⑥肋骨頭関節
 - ⑦肋横突関節

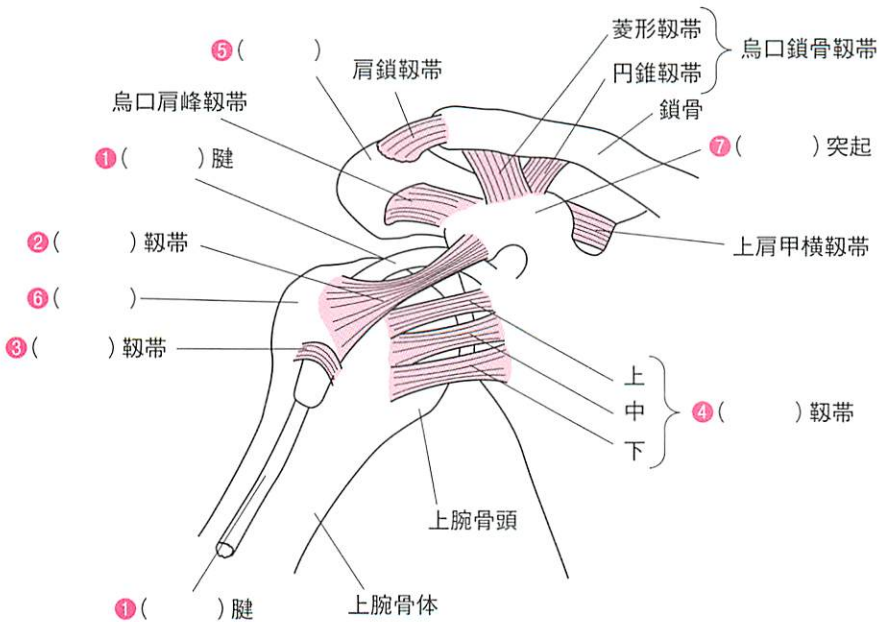
② 肩甲上腕関節(右前方より)

- ・通常この関節を肩関節という。
- ・関節面からみた分類では①()関節に属し、運動軸からみると②()軸性関節である。
- ・関節頭に該当するのは③()で、関節窩に該当するのは④()である。

- ・ 骨頭に対して関節窩が浅く、かつ狭いため、他の関節に比べ運動性の面では⑤()ているが、安定性の面では⑥()ている。
- ・ 関節の安定性を高めるために⑦()が肩甲骨関節窩の縁を取り囲み、機能的に関節窩を深くしている。
- ・ 以上のように、関節面形態からみて、肩甲上腕関節は運動性においては最も優れた関節であるのと同時に、安定性においては最も劣った関節ともいえる。→⑧()しやすい。
- ・ いとも簡単に脱臼しないためには、関節包・靱帯・筋にその役割が課せられる。特に複数の筋で構成される⑨()の働きが重要となる。



③ 肩関節の靱帯(右前面)



- 解答** ② ① 球 ② ③ ③ 上腕骨頭 ④ 肩甲骨関節窩 ⑤ 優れ ⑥ 劣っ ⑦ 関節唇 ⑧ 脱臼
 ⑨ 回旋筋腱板
 ③ ① 上腕二頭筋長頭 ② 烏口上腕 ③ 上腕横 ④ 関節上腕 ⑤ 肩峰 ⑥ 大結節
 ⑦ 烏口

SIDE MEMO

▶ 烏口肩峰アーチ

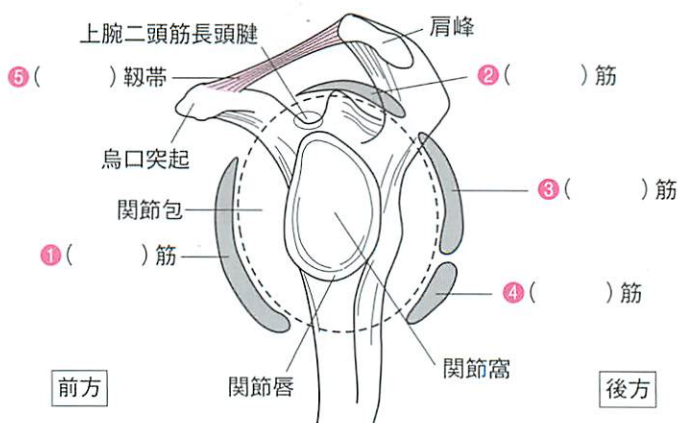
肩甲骨を外側面からみて、前方部の烏口突起と後方部の肩峰およびそれらを結ぶ烏口肩峰靭帯で形成されるアーチをいう。A-CアーチないしはCアーチともいう。

▶ 回旋筋腱板

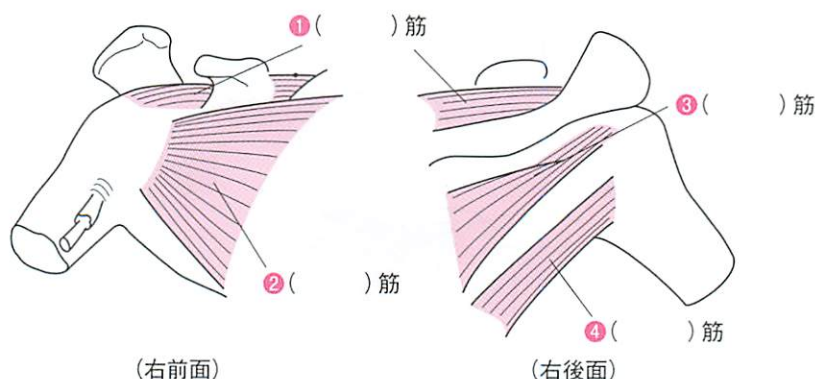
肩甲上腕関節を補強する肩甲下筋、棘上筋、棘下筋、小円筋の4つの筋を指す。これらの筋の停止腱が板状となっていることに由来した命名。上腕骨頭を肩甲骨関節窩に引きつける作用が重要となる。

④ 回旋筋腱板 (rotator cuff)

a. 回旋筋腱板の位置 (左肩甲骨を外側から観察した図)



b. 回旋筋腱板の外観



c. 回旋筋腱板の機能

- 棘上筋以外は肩甲上腕関節の①()ないしは外旋に作用する。
- 肩甲上腕関節は上腕骨頭に対して肩甲骨関節窩は②()く、狭いため脱臼しやすい。その脱臼を防ぐため関節唇とともに回旋筋腱板は③()性臼蓋として関節の安定性を補助する。
- 肩下垂位から90°外転位までの運動は、回旋筋腱板が④()を肩甲骨関節窩に引き付けている間に⑤()が上腕骨を外側に引き上げることで生じる運動である。

解答

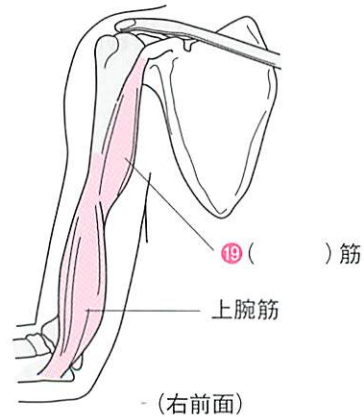
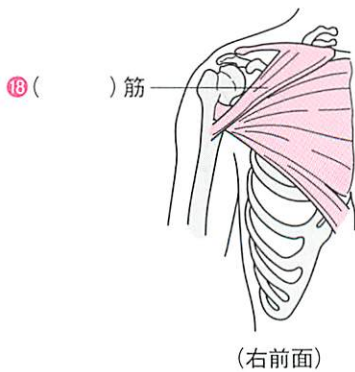
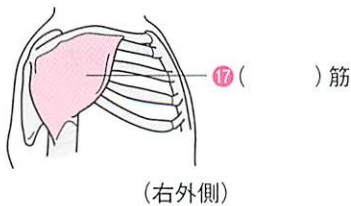
④ a ① 肩甲下 ② 棘上 ③ 棘下 ④ 小円 ⑤ 烏口肩峰

b ① 棘上 ② 肩甲下 ③ 棘下 ④ 小円

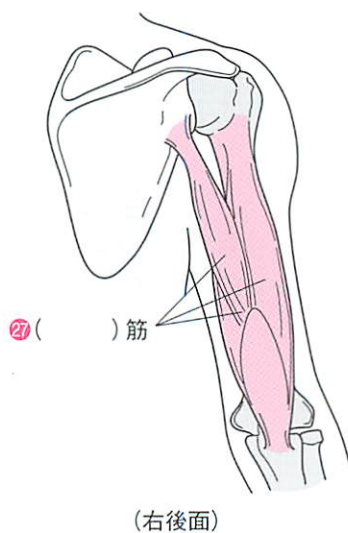
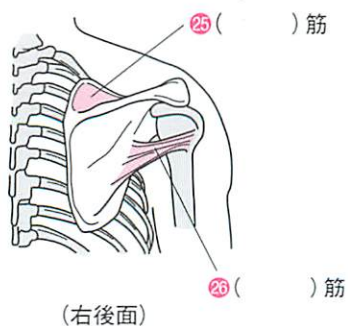
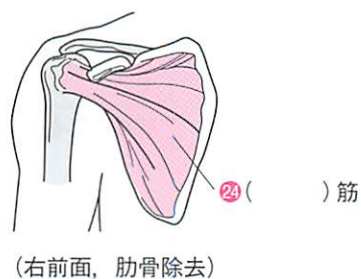
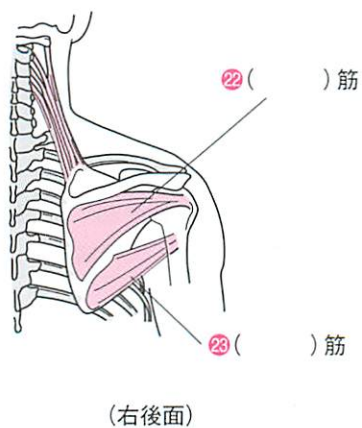
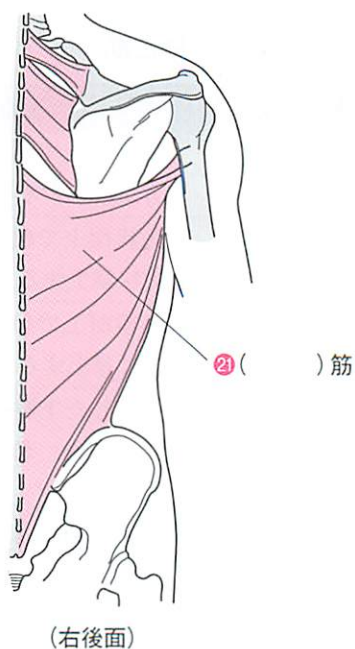
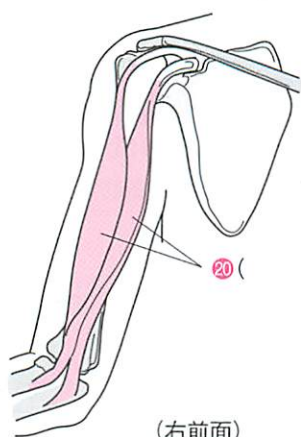
c ① 内旋 ② 浅 ③ 腱 ④ 上腕骨頭 ⑤ 三角筋

5 肩関節の運動と筋

運動方向	運動内容	筋名
屈曲	矢状面上で①() 方に挙上する	②()筋(前部), 大胸筋(鎖骨部), 烏口腕筋, 上腕二頭筋短頭
伸展	矢状面上で③() 方に挙上する	三角筋(後部), ④()筋, 大円筋, 上腕三頭筋長頭
外転	前額面上で⑤() 方に挙上する	三角筋(中部), ⑥()筋, 上腕二頭筋長頭(肩外旋位の場合)
内転	外転した上肢を基本肢位に戻す, また, ⑦() に近づける	大胸筋, 広背筋, ⑧()筋, 肩甲下筋, 烏口腕筋, 上腕二頭筋短頭
⑨()	上腕長軸の回りで上腕を外に回旋する	⑩()筋, 小円筋, 三角筋(後部)
⑪()	上腕長軸の回りで上腕を内に回旋する	⑫()筋, 大円筋, 大胸筋, 三角筋(前部), 広背筋
水平⑬()	肩90°外転位から前方へ運動する	三角筋(前部), ⑭()筋, 烏口腕筋, 肩甲下筋
水平⑮()	肩90°外転位から後方へ運動する	⑯()筋(中部, 後部), 棘下筋, 小円筋, 広背筋, 大円筋



解答 ⑤ ① 前 ② 三角 ③ 後 ④ 広背 ⑤ 側 ⑥ 棘上 ⑦ 体幹 ⑧ 大円
 ⑨ 外旋 ⑩ 棘下 ⑪ 内旋 ⑫ 肩甲下 ⑬ 屈曲または内転 ⑭ 大胸
 ⑮ 伸展または外転 ⑯ 三角 ⑰ 三角 ⑱ 大胸 ⑲ 烏口腕



解答 5 20 上腕二頭 21 広背 22 棘下 23 大円 24 肩甲下 25 棘上 26 小円
27 上腕三頭

基礎問題

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

1. 肩関節

- ・上腕骨の頸体角は①(135)度であり、後捻角は②(30)度である。解剖頸が骨体軸となす角は③(45)度である。
- ・肩甲骨関節窩は上腕骨頭より小さいため、その周縁に線維軟骨輪である④()をもつ。
- ・肩甲上腕関節は関節唇の補強のみでは不足であり、そのため、腱組織の集合体である⑤()でより強固に補強されている。これを構成している筋群は関節前方から⑥()筋、棘上筋、棘下筋、小円筋の順で配置している。特に棘上筋は上肢を下垂させた位置から90°外転位付近までは⑦()を肩甲骨関節窩に引きつけるのと同時に⑧()作用をもつ。

2. 肩関節の動きに伴う肩甲骨の運動

肩関節の運動	肩甲骨の運動
屈曲	挙上、①()転、上方回旋、②()傾
伸展	挙上、③()転、下方回旋、④()傾
外転	挙上、外転、⑤()方回旋
内転	下制、内転、下方回旋
外旋	⑥()転、⑦()方回旋
内旋	⑧()転、⑨()方回旋

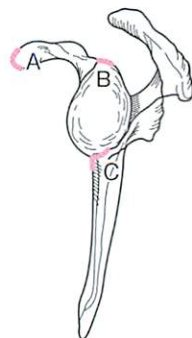
3. 肩甲胸郭(仮性)関節の安定化と回旋筋腱板

- ・肩関節の屈曲運動や①()運動時には肩甲骨が胸郭面に沿って上方回旋するが、この場合肩甲骨を胸郭へ②()作用をもつ前鋸筋の働きが重要となる。もしこの筋が麻痺すると前述の運動時に胸郭から肩甲骨内側縁が浮いてしまう③()という現象が観察される。
- ・肩甲上腕関節の安定化に回旋腱板が重要な役割を果たすが、この腱板を構成する筋のうち、小結節に停止するのは④()で、大結節の後下方に停止するのは⑤()である。
- ・上肢を挙上位に保持するためには肩甲胸郭(仮性)関節の安定化が重要であるが、この安定化に関与する筋のうち、特に僧帽筋中部線維とそれに拮抗する作用をもつ⑥()が重要である。

演習問題

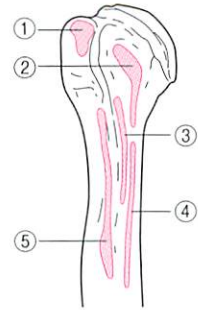
- 肩関節の水平屈曲(水平内転)に作用しないのはどれか。
 - 三角筋
 - 大胸筋
 - 烏口腕筋
 - 肩甲下筋
 - 広背筋
- 肩の運動について正しいのはどれか。
 - 肩関節は自由度2の関節である。
 - 回旋筋腱板(rotator cuff)は肩鎖関節を補強している。
 - 外転運動には三角筋と棘上筋とが関与する。
 - 外転運動における肩甲骨の回旋は90度以上で生じる。
 - 機能的肢位は屈曲0度、外転60度、外旋10度である。
- 肩関節の運動で正しいのはどれか。2つ選べ。
 - 大胸筋胸肋部は内転に作用する。
 - 三角筋前部は外旋に作用する。
 - 棘上筋は内転に作用する。
 - 大円筋は外旋に作用する。
 - 小円筋は外旋に作用する。
- 筋と基本肢位からの肩関節運動の組み合わせで正しいのはどれか。2つ選べ。
 - 棘上筋——外転
 - 大円筋——屈曲
 - 小円筋——内旋
 - 広背筋——伸展
 - 烏口腕筋——伸展
- 次の図は左の肩甲骨を外側からみたものである。図中のA, BおよびCの部分に起始する筋の組み合わせで正しいのはどれか。

A	B	C
1. 胸鎖乳突筋	上腕二頭筋短頭	小円筋
2. 三角筋	棘上筋	棘下筋
3. 僧帽筋	上腕二頭筋短頭	上腕三頭筋外側頭
4. 上腕二頭筋短頭	烏口腕筋	小円筋
5. 烏口腕筋	上腕二頭筋長頭	上腕三頭筋長頭



6. 肩甲下筋の付着部で正しいのはどれか。

1. ①
2. ②
3. ③
4. ④
5. ⑤



7. 肩甲上腕関節の外旋筋はどれか。

1. 大胸筋
2. 肩甲下筋
3. 大円筋
4. 小円筋
5. 広背筋

8. 誤っている組み合わせはどれか。2つ選べ。

1. 棘上筋——肩関節外転
2. 三角筋中部——肩関節外転
3. 小円筋——肩関節内旋
4. 肩甲下筋——肩関節水平屈曲
5. 広背筋——肩関節外旋

MEMO

4

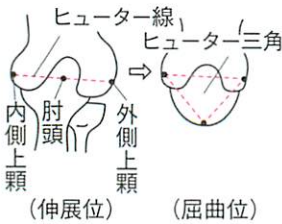
肘関節と前腕の運動学

月 日

SIDE MEMO

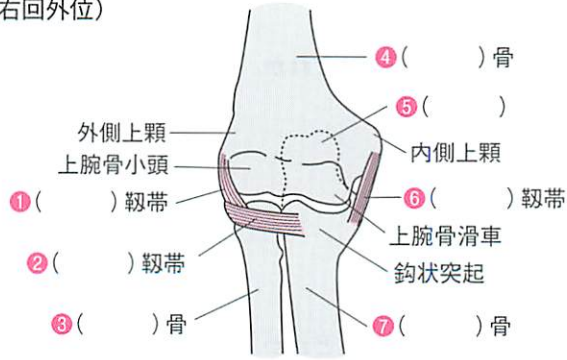
▶ ヒューター線と ヒューター三角

肘関節完全伸展位では、上腕骨内側上顆と肘頭および上腕骨外側上顆の3点が一直線となるが、この直線をヒューター線という。肘関節90°屈曲位では、前述の3点が三角形を呈するが、この三角形をヒューター三角という。脱臼や骨折の診断の補助に利用されている。



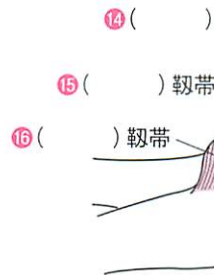
① 肘関節の構造

a. 前面(右回外位)

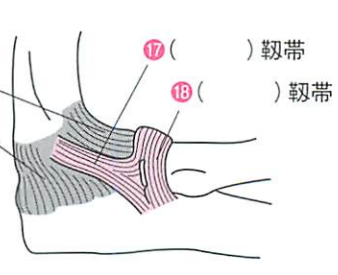


- ・肘関節の関節包内には、上腕骨と橈骨で形成される⑧()関節と、上腕骨と尺骨で形成される⑨()関節、および橈骨と尺骨で形成される⑩()関節があるが、肘関節の運動に関与している関節は⑧()関節と⑨()関節である。
- ・腕橈関節は関節面の形態からみて⑪()関節に属するためあらゆる方向に動くことができるが、腕尺関節は関節面の形態からみて⑫()関節に属するため1軸性の運動しかできないことより、肘関節は腕尺関節主導の運動となり結果として⑬()運動しかできない。

b. 内側(右)



c. 外側(右)



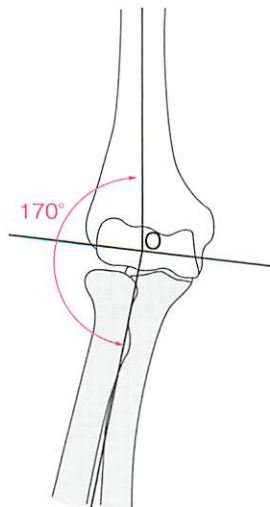
(中村・他²⁾を一部改変)

- 解答** ① a ① 外側側副 ② 橈骨輪状 ③ 橈 ④ 上腕 ⑤ 肘頭 ⑥ 内側側副 ⑦ 尺
⑧ 腕橈 ⑨ 腕尺 ⑩ 上橈尺 ⑪ 球 ⑫ 蝶番またはらせん ⑬ 屈伸
b ⑭ 関節包 ⑮ 内側側副 ⑯ 橈骨輪状
c ⑰ 外側側副 ⑱ 橈骨輪状

SIDE MEMO

▶肘角

肘関節を伸展し、前腕を回外すると前腕は上腕に対して、やや桡側に偏位する。これを肘角といい、約170°の角度をなす。運搬角ともいう。



(右回外位前面)

※らせん関節は蝶番関節が変形したもの。

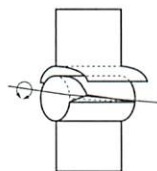
- (・腕尺関節
- ・距腿関節

d. 肘関節を構成する関節

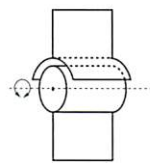
腕尺関節：※19()関節

腕橈関節：20()関節

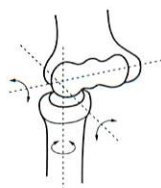
上(近位)橈尺関節：21()関節



※19()関節



※19蝶番関節



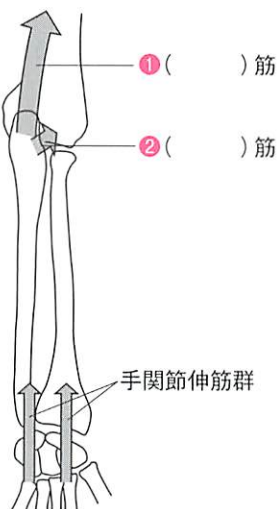
20()関節



21()関節

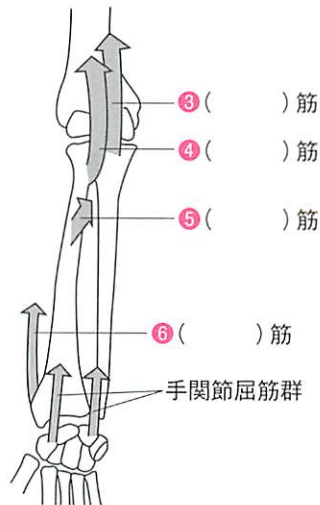
② 肘関節の運動に関与する筋

<肘関節の伸展>



右回外位後面

<肘関節の屈曲>



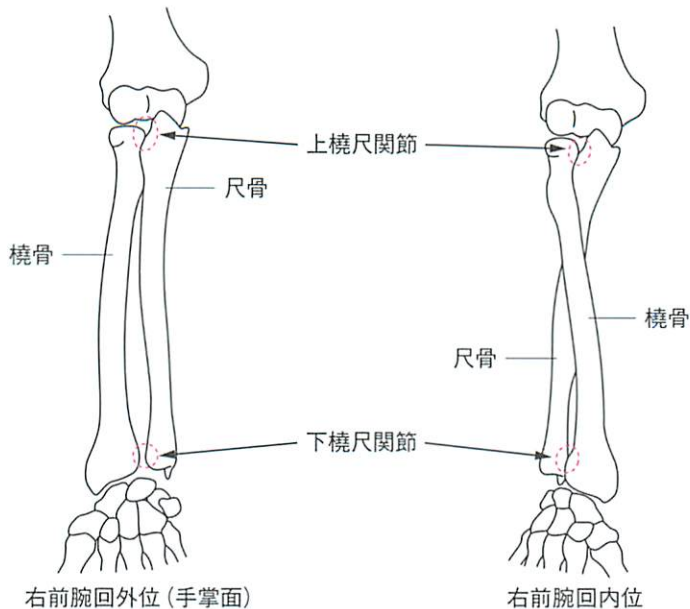
右回外位前面

(中村・他³⁾)

解答 ① d 19 らせん 20 球 21 車軸

② ① 上腕三頭 ② 肘 ③ 上腕 ④ 上腕二頭 ⑤ 円回内 ⑥ 腕橈骨

③ 前腕の関節



- ・前腕部には上橈尺関節と下橈尺関節がある。
- ・これらの関節は前腕の回内および回外運動に利用される。
- ・上橈尺関節は関節面形態から①()に分類される。
- ・前腕の回外位では橈骨と尺骨が並列に位置するが、その位置から尺骨の周りを橈骨が回る②()運動の結果、2本の骨は③()する。
- ・肩関節の回旋が関与しないように上腕を体側に付けた肘関節90°屈曲位での前腕回旋可動域は④()°である。

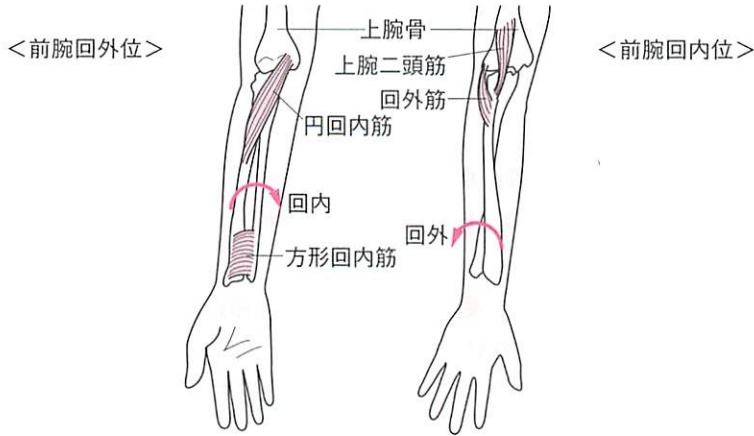
④ 橈尺関節の靱帯と前腕骨間膜

- ・上橈尺関節の靱帯には橈骨頭を取り囲むように位置する①()と回内・回外運動の制限因子にもなる②()とがある。
- ・下橈尺関節の靱帯には③()がある。
- ・前腕には橈骨の骨幹部と尺骨の骨幹部を連結する膜状の結合組織があるが、それを④()という。
- ・前腕骨間膜には、橈骨と尺骨の相対的位置の維持、前腕⑤()運動の制動、橈骨に対する長軸方向の力を尺骨へ伝達するといった役割がある。

解答 ③ ① 車軸関節 ② 回内 ③ 交叉 ④ 180

④ ① 橈骨輪状靱帯 ② 方形靱帯 ③ 三角靱帯 ④ 前腕骨間膜 ⑤ 回外

⑤ 前腕の運動に関与する筋



- ・前腕の回内に作用する主動作筋は①()と方形回内筋で、補助筋として②()や肘筋および手関節屈筋群がある。
- ・前腕の回外に作用する主動作筋は③()で、補助筋として④()や腕橈骨筋および長母指外転筋がある。

解答 ⑤ ① 円回内筋 ② 腕橈骨筋 ③ 回外筋 ④ 上腕二頭筋

基礎問題

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

1. 腕尺関節・腕橈関節

- ・①()骨滑車と②()骨滑車切痕との間にできるらせん(螺旋)関節を③()関節といい、肘の④()・⑤()運動を行う。
- ・上腕骨小頭と橈骨頭窩との間にできる球関節を⑥()関節といい、実際に起こる運動は肘の⑦()・⑧()運動である。前腕の回外・回内運動時には⑨()運動が起こる。

2. 上(近位)橈尺関節

尺骨橈骨切痕と橈骨頭環状面との間にできる車軸関節を①()関節といい、下(または遠位)橈尺関節とともに前腕の②()・③()運動を行う。

3. 肘角

肘関節①()位かつ前腕②()位では、前腕骨長軸は上腕骨長軸に対して少し橈側に偏位している。これは肘角と呼ばれ、物を手に下げて運ぶときに明らかになることから③()角ともいわれる。

4. ヒューター線とヒューター三角

上腕骨内側・外側上顆と①()の3点は肘を伸ばしたときに一直線となる。これをヒューター線という。肘を曲げたときはこの3点を結ぶ形状は②()形となる。これをヒューター三角という。

5. 肘関節の構造

- ・解剖学的にいう肘関節は上腕骨滑車と尺骨の①()との間の腕尺関節と上腕骨小頭と②()との間の腕橈関節、および上橈尺関節からなる。この関節の伸展を制限している1つに上腕骨③()と尺骨④()の衝突がある。
- ・腕橈関節は、関節形態からみて、⑤()関節に属することにより、肘関節の運動方向を決定する因子にはなりえない。
- ・腕尺関節は関節形態からみて⑥()関節に属する。
- ・肘関節の側面には⑦()靱帯と⑧()靱帯が存在するため、側方動揺が起きない。
- ・近位橈尺関節の安定化に貢献している靱帯は⑨()靱帯と方形靱帯である。
- ・⑩()筋は橈骨粗面の後面に停止することにより、肘関節屈曲と前腕回外運動の動筋となる。
- ・前腕骨間膜の役割は、橈骨と尺骨の相対的位置関係の維持を図り、前腕の⑪()運動の制限をし、そして手に受ける圧力を上腕に伝達するという3点である。

6. 肘関節の屈曲・伸展

- ・肘関節屈曲の制限因子の1つに上腕骨の①()に尺骨の鉤状突起がはまり込むことによる骨性制限がある。
- ・上腕二頭筋の収縮による肘関節安定化作用は関節屈曲角度が増すにつれて②()する。
- ・肘③()位では肘頭と肘頭窩が離れるので尺骨が上腕骨に固定されない状態となる。

7. 前腕の回外・回内

- ・前腕の回外運動を制限している因子に①()の緊張がある。
- ・前腕の回内・回外運動は、肘伸展位では②()骨が上腕骨に固定され、その周りを③()骨が回転する。
- ・肘伸展位での前腕の回内・回外運動軸は橈骨頭の中心と下橈尺関節を通過し、かつ第④()中手骨を通過する。
- ・前腕の回内・回外可動域は肘関節伸展位より屈曲位の方が⑤()いい。
- ・前腕の回外運動に関しては、橈骨神経支配の⑥()筋が麻痺しても⑦()神経支配の上腕二頭筋が正常であれば可能である。
- ・前腕の回内運動に関しては⑧()神経支配の円回内筋と方形回内筋が主動作筋であるが、手関節⑨()筋群が補助筋として関与する。

演習問題

1. 肘関節で誤っているのはどれか。
 1. 3つの関節からなる複関節である。
 2. 側方は内・外の側副靱帯で安定性が保たれている。
 3. 上橈尺関節は車軸関節である。
 4. 伸展位では約 170° の生理的外反がみられる。
 5. 90° 屈曲位では肘頭、上腕骨外側上顆および内側上顆が一直線上に並ぶ。
2. 肘関節について誤っているのはどれか。
 1. 腕尺関節は屈曲・伸展運動を行う。
 2. 腕橈関節はらせん関節である。
 3. 橈尺関節は前腕の回内・回外運動を行う。
 4. 肘角は運搬角とも呼ばれる。
 5. 肘角は男性より女性で大きい。
3. 前腕の回内と回外の両方に働くのはどれか。
 1. 上腕二頭筋
 2. 上腕筋
 3. 腕橈骨筋
 4. 肘筋
 5. 長母指外転筋
4. 肘関節屈曲に作用しないのはどれか。2つ選べ。
 1. 肘筋
 2. 上腕筋
 3. 円回内筋
 4. 腕橈骨筋
 5. 上腕三頭筋
5. 肘関節屈曲位で前腕最大回内位から回外位に働く筋はどれか。2つ選べ。
 1. 肘筋
 2. 長掌筋
 3. 上腕筋
 4. 腕橈骨筋
 5. 上腕二頭筋

5

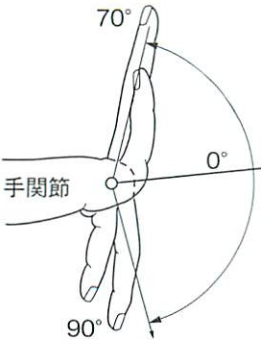
手関節の運動学

月 日

SIDE MEMO

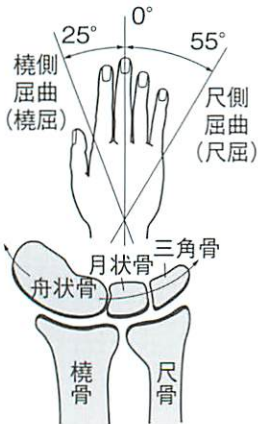
▶ 手関節の可動域

手関節の他動による可動域は、背屈70°、掌屈90°である。



▶ 尺屈と橈屈

手関節の尺側は55°、橈側は25°屈曲である。



① 手関節の構成

- a. 手関節 — 橈骨手根関節
手根間関節〔または① ()〕
- b. 橈骨手根関節
 - ・ 橈骨と近位手根骨で構成
 - ・ 関節面形態は② () 関節
- c. 手根間関節
 - ・ 近位手根骨と遠位手根骨で構成
 - ・ 母指側の関節面形態は③ () 関節
 - ・ 小指側の関節面形態は④ () 関節
- d. 尺骨と手根骨との間 → 関節円板が介在する
- e. 掌屈の自動運動による可動域は橈骨手根関節⑤ () °
+ 手根間関節35° = 85°
- f. 背屈の自動運動による可動域は橈骨手根関節⑥ () °
+ 手根間関節50° = 85°
- g. 橈屈可動域25°の50%は橈骨手根関節が担う
- h. 回内位よりも回外位のほうが橈屈の可動域は⑦ () い
- i. 尺屈可動域⑧ () °の60%は橈骨手根関節が担う



解答

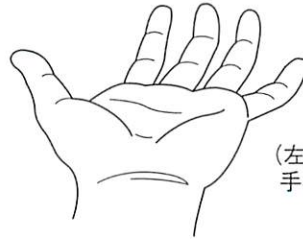
- ① a ① 手根中央関節 b ② 楕円 c ③ 平面 ④ 顆状
e ⑤ 50 f ⑥ 35 h ⑦ 広 i ⑧ 55

SIDE MEMO

② 手根管の内部構造

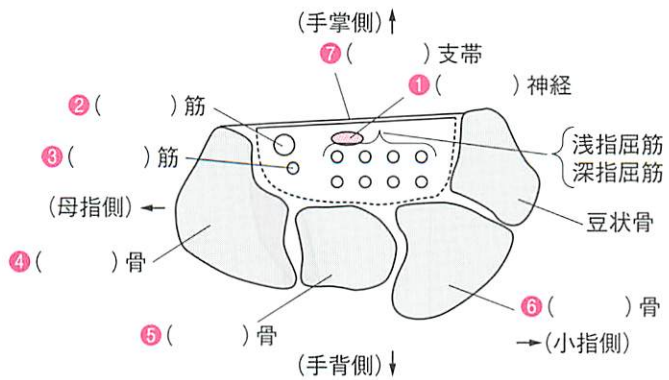
掌側の手根骨全体は縦方向に凹面を形成し、その凹面を覆うように

- ① () が張ることで管状の空間ができるが、それを
② () という。

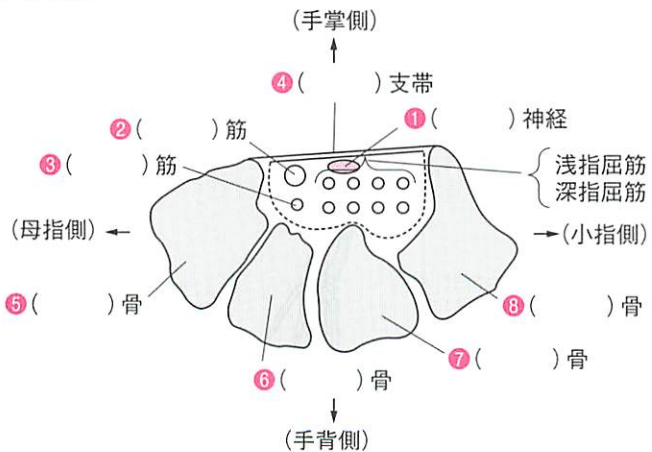


(左手掌面を上にして
手根部より観察した図)

a. 近位手根骨



b. 遠位手根骨



解答

② ① 屈筋支帯 ② 手根管

a ① 正中 ② 長母指屈 ③ 橈側手根屈 ④ 舟状 ⑤ 月状 ⑥ 三角 ⑦ 屈筋

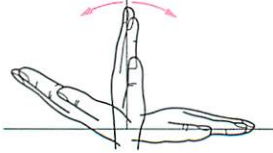
b ① 正中 ② 長母指屈 ③ 橈側手根屈 ④ 屈筋 ⑤ 大菱形 ⑥ 小菱形

⑦ 有頭 ⑧ 有鈎

SIDE MEMO

▶背屈・掌屈

背屈(伸展) 掌屈(屈曲)



橈屈 尺屈



③ 手関節の運動に関与する筋

a. 手関節の運動と筋

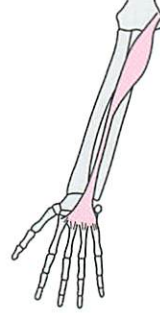
動き	関節可動域	筋名
掌屈	90°	① () 筋, 長掌筋, ② () 筋, 母指と指の屈筋群
背屈	③ () °	長・短橈側手根伸筋, ④ () 筋 母指と指の伸筋群
尺屈	⑤ () °	⑥ () 筋, ⑦ () 筋
橈屈	25°	⑧ () 筋, 長・短橈側手根伸筋, 長母指外転筋

b. 手関節の運動に働く筋

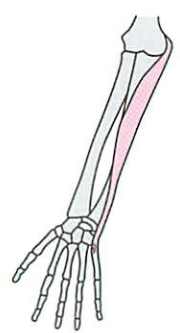
(右前腕回外位前面)



① () 筋

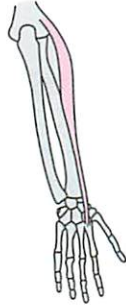


② () 筋

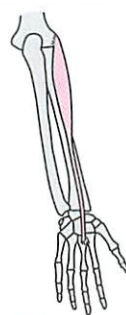


③ () 筋

(右前腕回外位後面)



④ () 筋



⑤ () 筋



⑥ () 筋

- 解答** ③ a ① 橈側手根屈 ② 尺側手根屈 (①・②順不同) ③ 70 ④ 尺側手根伸 ⑤ 55
 ⑥ 尺側手根伸 ⑦ 尺側手根屈 (⑥・⑦順不同) ⑧ 橈側手根屈
 b ① 橈側手根屈 ② 長掌 ③ 尺側手根屈 ④ 長橈側手根伸 ⑤ 短橈側手根伸
 ⑥ 尺側手根伸

基礎問題

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

- ・ 橈骨手根関節を構成する近位手根骨は掌側面小指側より豆状骨，三角骨，①()，②()の順で配列している。
- ・ 手関節は橈骨手根関節と手根間関節とで構成されるが，背屈方向への可動域は③()関節の関与が大きい。
- ・ 手関節は橈骨手根関節と手根間関節で構成されるが，掌屈方向への可動域は④()関節の関与が大きい。
- ・ 手根管は手根溝とそれを覆う⑤()によってできる管を指すが，この管の中を通過するものに橈側手根屈筋腱・⑥()腱・浅指屈筋腱・深指屈筋腱・⑦()神経がある。この管内に何らかの障害が生じ，⑦()神経が絞扼されるような事態になった場合は，いずれ⑧()球筋の萎縮が観察されるようになる。
- ・ 手関節の背屈に関与する主動筋は長橈側手根伸筋，短橈側手根伸筋，⑨()である。
- ・ 手関節の尺屈に関与する主動筋は尺側手根屈筋と⑩()である。

演習問題

1. 手根管を通らないのはどれか。
 1. 滑液鞘
 2. 正中神経
 3. 長掌筋腱
 4. 長母指屈筋腱
 5. 示指の浅指屈筋腱
2. 手関節の運動と筋の組み合わせで誤っているのはどれか。2つ選べ。
 1. 背屈———橈側手根屈筋
 2. 背屈———尺側手根屈筋
 3. 掌屈———長掌筋
 4. 橈屈———長母指外転筋
 5. 尺屈———尺側手根伸筋

b. 手根中手関節 (CM関節)

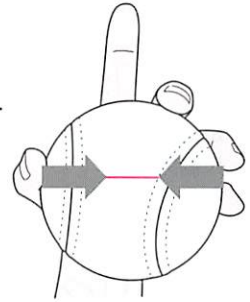
①可動する中手骨

- ・(母指) 第1中手骨—大菱形骨と関節形成 → ① () 関節の形態で2軸性の運動
- ・(環指) 第4中手骨—有頭骨・有鉤骨と関節形成
- ・(小指) 第5中手骨—有鉤骨と関節形成

②可動しない中手骨

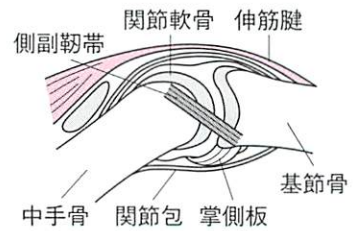
- ・(示指) 第2中手骨—大菱形骨・小菱形骨・有頭骨と関節形成
- ・(中指) 第3中手骨—有頭骨と関節形成

環指および小指のCM関節が可動することで、母指との対立が容易となる。
 → 手の横アーチの増減に関与 → 右図のように物の把持に指が対応できる。



c. 中手指節関節 (MP関節)

- ・関節面形態は① () 関節である。
- ・他動的にはあらゆる方向に動く。
- ・自動的には屈伸、内外転方向に動く。
- ・側副靱帯はMP関節伸展位で② () み、屈曲位で③ () する。伸展位では側方動揺が認められる。
- ・関節の掌側側には板状の軟骨である④ () があり、



MP関節伸展の制動作用と関節の接触面積を増大させ関節軟骨への負担を減少させている。

d. 近位および遠位指節間関節 (PIPおよびDIP関節)

- ・関節面形態からみて① () 関節に分類される。
- ・MP関節と同様に掌側板を有する。
- ・PIPおよびDIP関節にも側副靱帯があり、伸展位で最も緊張し、屈曲位では伸展時の緊張と比べ極わずかに弛む。

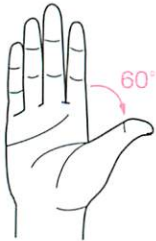
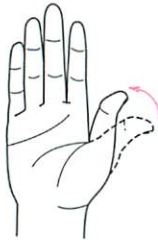
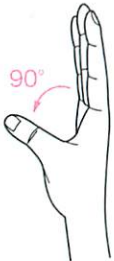
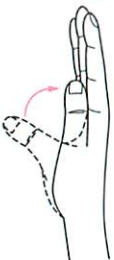
解答

b ① 鞍

c ① 球 ② 弛 ③ 緊張 ④ 掌側板

d ① 蝶番

SIDE MEMO

▶ 母指のCM関節
橈側外転位▶ 母指のCM関節
尺側内転位▶ 母指のCM関節
掌側外転位▶ 母指のCM関節
掌側内転位

② 手指の運動と筋

a. 母指のCM関節の運動に関与する筋

橈側外転	母指を手掌面上で外側に開く	① () 筋, 長母指伸筋, 短母指伸筋
尺側内転	橈側外転位から閉じる	② () 筋, 短母指屈筋
掌側外転	母指を手掌面に対して垂直に立てる	③ () 筋, ④ () 筋, 短母指伸筋
掌側内転	掌側外転から戻す	⑤ () 筋, ⑥ () 筋
対立	母指を他の指に対向させる	⑦ () 筋 ※短母指外転筋による掌側外転と母指内転筋による尺側内転が必要

b. 母指のMP, IP関節の運動に関与する筋

屈曲	母指のMP・IP関節を曲げる	① () 筋, ② () 筋, 母指内転筋
伸展	母指のMP・IP関節を伸ばす	③ () 筋, 短母指伸筋

c. 第2～5指のMP関節の運動に関与する筋

屈曲	第2～5指のMP関節を曲げる	① (), ② (), 背側および掌側骨間筋, 浅指屈筋, 深指屈筋, 小指外転筋, 小指対立筋
伸展	第2～5指のMP関節を伸ばす	③ (), 示指伸筋, 小指伸筋
内転	手掌面上で第3指に他の指を近づける	④ ()
外転	手掌面上で第3指から他の指を遠ざける	⑤ (), 小指外転筋

解答 ② a ① 長母指外転 ② 母指内転 ③ 長母指外転 ④ 短母指外転 (③・④順不同)

⑤ 長母指屈 ⑥ 母指内転 (⑤・⑥順不同) ⑦ 母指対立

b ① 長母指屈 ② 短母指屈 (①・②順不同) ③ 長母指伸

c ① 虫様筋 ② 短小指屈筋 (①・②順不同) ③ 指伸筋 ④ 掌側骨間筋 ⑤ 背側骨間筋

SIDE MEMO

▶ 指の内転・外転



▶ 虫様筋と骨間筋について
 虫様筋：第2～5指MP屈曲，
 第2～5指PIP・DIP伸展
 背側骨間筋：第2・3・4指
 MP屈曲，第2・3・4指PIP・
 DIP伸展
 掌側骨間筋：第2・4・5指
 MP屈曲，第2・4・5指PIP・
 DIP伸展

▶ 外来筋

手指の外来筋とは，手という固有の領域に外側から入り込んでくる筋のこと
 で，具体的には上腕骨ないしは前腕骨に起始し，手指の骨に停止する筋をいう。
 外在筋ともいい，英語で extrinsic muscle という。

d. 第2～5指のPIP関節の運動に関与する筋

屈曲	第2～5指のPIP関節を曲げる	① ()，深指屈筋
伸展	第2～5指のPIP関節を伸ばす	② ()，③ ()， ④ ()，⑤ ()， 背側および掌側骨間筋，小指外転筋

e. 第2～5指のDIP関節の運動に関与する筋

屈曲	第2～5指のDIP関節を曲げる	① ()
伸展	第2～5指のDIP関節を伸ばす	② ()，③ ()， ④ ()，⑤ ()， 背側および掌側骨間筋，小指外転筋

③ 手指の外来筋（筋の起始部が手関節より中枢側にある）

（①～⑥：右上肢回外位後面）



① () 筋



② () 筋



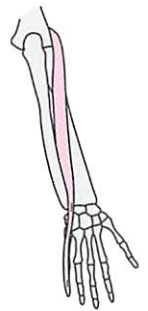
③ () 筋



④ () 筋



⑤ () 筋



⑥ () 筋

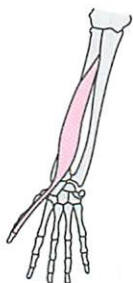
- 解答** ② d ① 浅指屈筋 ② 指伸筋 ③ 示指伸筋 ④ 小指伸筋 ⑤ 虫様筋（②～⑤順不同）
 e ① 深指屈筋 ② 指伸筋 ③ 示指伸筋 ④ 小指伸筋 ⑤ 虫様筋（②～⑤順不同）
 ③ ① 長母指伸 ② 長母指外転 ③ 示指伸 ④ 短母指伸 ⑤ 指伸 ⑥ 小指伸

SIDE MEMO

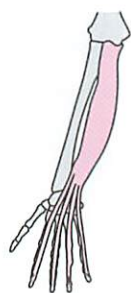
▶ 内在筋

手指の内在筋とは、手という固有の領域に起始部と停止部をもつ筋のことで、具体的には母指球や小指球を構成する筋および中手骨間の筋をいう。固有筋ともいい、英語でintrinsic muscleという。内在筋が機能しなくなった状態をintrinsic-（イントリンシックマイナス）という。

(7~9: 右上肢回外位前面)



7 () 筋



8 () 筋

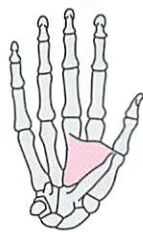


9 () 筋

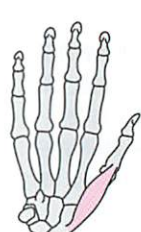
④ 手指の内在筋（または固有筋：筋の起始部が手関節より末梢側にある）



1 () 筋



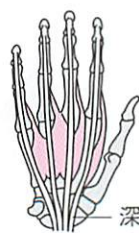
2 () 筋



3 () 筋



4 () 筋

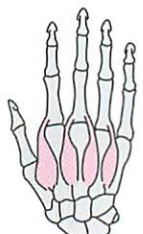


5 () 筋



6 () 筋

(右手部背面)



7 () 筋

解答 ③ 7 長母指屈 8 深指屈 9 浅指屈

④ ① 母指対立 ② 母指内転 ③ 短母指外転 ④ 短母指屈 ⑤ 虫様 ⑥ 掌側骨間
⑦ 背側骨間

SIDE MEMO

▶ 4指の屈曲(母指を除く)

・ MP 関節の屈曲

骨間筋と虫様筋により行われ、浅・深指屈筋が補助的に作用する。

・ PIP 関節の屈曲

浅指屈筋が主に作用し、補助的に深指屈筋が作用する。

・ DIP 関節の屈曲

深指屈筋のみが作用する。

▶ 4指の伸展(母指を除く)

・ MP 関節の伸展

指伸筋、示指伸筋、小指伸筋が働く。

・ PIP 関節の伸展

指伸筋、虫様筋、骨間筋が主に働き、補助的に示指伸筋、小指伸筋が働く。

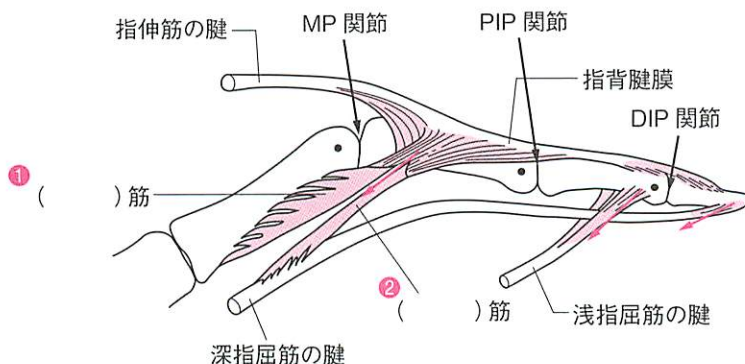
・ DIP 関節の伸展

指伸筋、虫様筋、骨間筋が主に働き、示指伸筋、小指伸筋が補助的に働く。

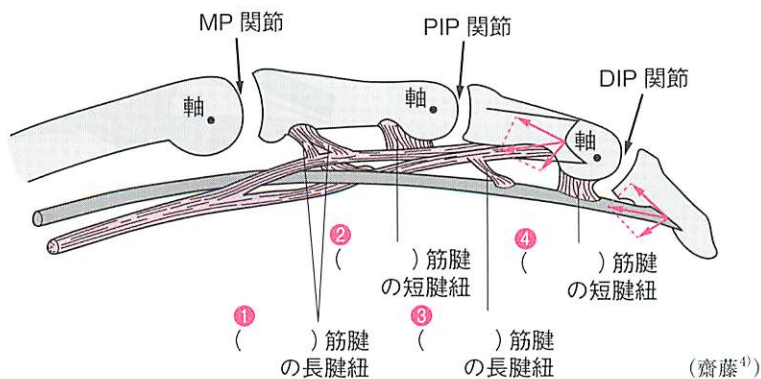
⑤ 指の屈曲機構

※図中の・は屈伸運動軸、←は筋収縮力を表す。

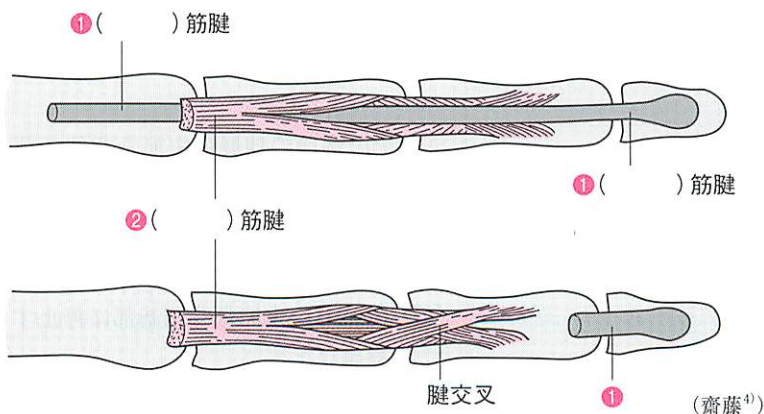
a. 虫様筋と骨間筋(左第2指側面)



b. 側面(左第2指側面)



c. 掌側面(左第2指掌側面)



解答

⑤ a ① 骨間 ② 虫様

b ① 浅指屈 ② 浅指屈 ③ 深指屈 ④ 深指屈

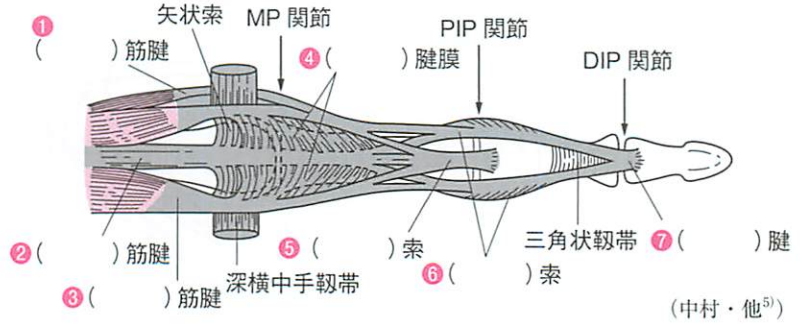
c ① 深指屈 ② 浅指屈

SIDE MEMO

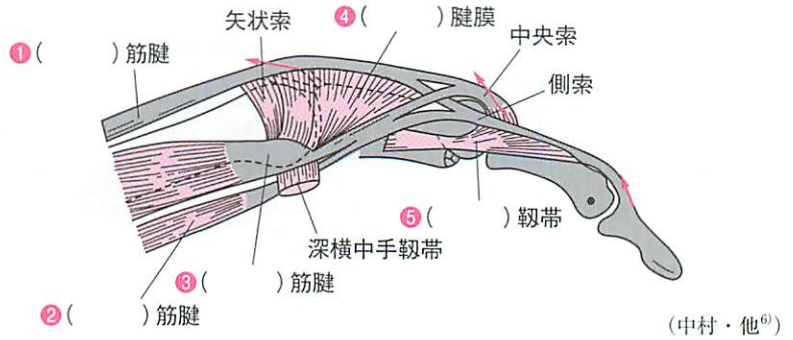
⑥ 指の伸展機構

※図中の・は屈伸運動軸、←は筋収縮力を表す。

a. 背側面(左第2指背側面)



b. 側面(左第2指内側面)



握り拳を作った状態から指を伸ばす動き(母指は除く)の手順は次のとおりである。

①MP関節の伸展は基節骨背側基部に停止する指伸筋腱の分枝の緊張による。



②PIP関節の伸展は中節骨背側基部に停止する⑥()の緊張による。



③DIP関節の伸展はPIP関節の伸展に伴う⑦()靱帯の緊張と、末節骨背側基部に停止する⑧()の終伸腱の緊張による。

解答

⑥ a ① 虫様 ② 指伸 ③ 骨間 ④ 指背 ⑤ 中央 ⑥ 側 ⑦ 終伸

b ① 指伸 ② 虫様 ③ 骨間 ④ 指背 ⑤ 支 ⑥ 中央索 ⑦ 支 ⑧ 側索

基礎問題

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

- ・第2～5指のMP関節は①()軸性関節であるために他動的にはあらゆる方向に動かすことができる。
- ・母指を除く手指のMP関節の側方には②()靱帯があり、MP関節最大屈曲位で最も③()するため側方動揺は消失する。
- ・母指のCM関節は関節面形態上④()関節に属し、自由度は2である。
- ・指節間関節は関節面形状からみて⑤()関節に属し、自由度は1である。
- ・すべての手指を手掌面上で開く(外転する)場合に関与する筋は、母指に関しては長母指外転筋と短母指外転筋で、2～4指に関しては⑥()で、小指に関しては⑦()である。
- ・骨間筋および虫様筋の収縮で2～4指のMP関節の⑧()ならびにPIPとDIP関節の⑨()が生じる。
- ・母指以外の手指を(総)指伸筋、浅指屈筋、深指屈筋といった外来筋のみで動かそうとすると、MP関節の⑩()、PIPおよびDIP関節の⑪()が出現する。
- ・DIP関節を強制的に屈曲させるとPIP関節の屈曲が出現するが、これは⑫()の緊張による。

演習問題

1. 指尖つまみに比べ横つまみでより働く筋はどれか。

1. 短掌筋
2. 虫様筋
3. 短母指伸筋
4. 短母指外転筋
5. 第1背側骨間筋

2. 母指のMP関節の屈曲に作用しない筋はどれか。

1. 長母指屈筋
2. 短母指屈筋
3. 短指外転筋
4. 母指内転筋
5. 掌側骨間筋

3. 手で正しいのはどれか.
 1. MP関節は1度の運動自由度をもつ.
 2. MP関節屈曲の主動筋は浅指屈筋である.
 3. PIP関節屈曲の主動筋は深指屈筋である.
 4. 母指のCM関節は2度の運動自由度をもつ.
 5. 手関節を背屈すると手指の伸展がしやすくなる.

4. 手の運動について正しいのはどれか. 2つ選べ.
 1. 短母指外転筋は母指の対立に関与する.
 2. 虫様筋は母指の内転に関与する.
 3. 第一背側骨間筋は横つまみに関与しない.
 4. 指伸筋はMP関節を伸展する.
 5. 掌側骨間筋はPIP関節を屈曲する.

5. 手指の運動の組み合わせで正しいのはどれか. 2つ選べ.
 1. 深指屈筋————手指DIP関節の屈曲
 2. 虫様筋————手指MP関節の内転
 3. 骨間筋————手指DIP関節の伸展
 4. 母指内転筋————母指MP関節の内転
 5. 母指対立筋————母指MP関節の屈曲

7

手の運動学 その2

月 日

SIDE MEMO

▶ 休息肢位と機能肢位

休息肢位は睡眠時や麻酔下にみられる。機能肢位は関節の固定術をする場合、日常生活行為上機能的に最も都合がいい肢位のことをいう。

① 手の肢位

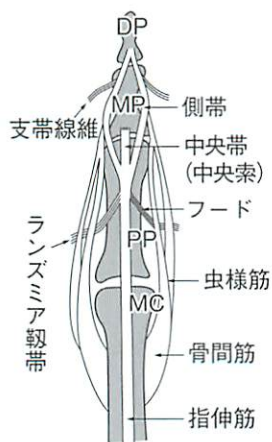
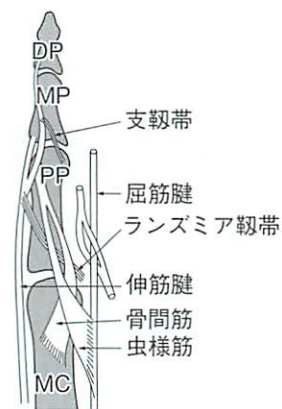
	休息肢位	機能肢位
手関節	軽度① () 屈位	中等度⑤ () 屈位 軽度⑥ () 屈位
母指	軽度② () 位, ③ () 位, 第2指の指先側面に対立	掌側⑦ () 位
第2～5指	軽度④ () 位	軽度⑧ () 位 母指と他の指の尖端が ほぼ等距離
各指の長軸の 延長先	舟状骨	舟状骨
	睡眠時や麻酔下でみられる 	手の各種動作を行ないやすい肢位 

解答

- ① ① 掌 ② 橈側外転 ③ 屈曲(②・③順不同) ④ 屈曲 ⑤ 背 ⑥ 尺
⑦ 外転 ⑧ 屈曲

SIDE MEMO

▶ 指の伸展機構



② 手の変形

a. 指の伸展機構の障害による変形



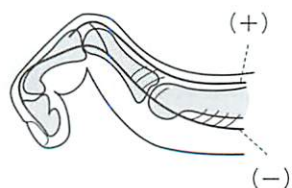
〈手内在筋①()の変形〉

緊張度: 骨間筋②() 指伸筋
虫様筋

MP 関節: ③()

PIP 関節: ④()

DIP 関節



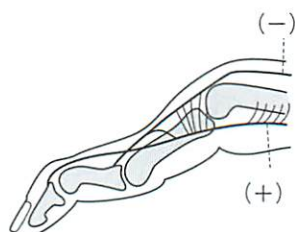
〈手内在筋⑤()の変形〉

緊張度: 骨間筋⑥() 指伸筋
虫様筋

MP 関節: ⑦()

PIP 関節: ⑧()

DIP 関節



〈⑨()変形〉

手内在筋拘縮, 過緊張

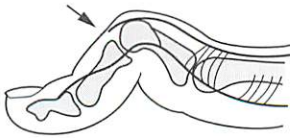
MP 関節: ⑩()

PIP 関節: 過⑪()

DIP 関節: ⑫()

解答

② a ① 優位 ② > ③ 屈曲 ④ 伸展 ⑤ 劣位 ⑥ < ⑦ 過伸展 ⑧ 屈曲
⑨ 白鳥の首(スワンネック) ⑩ 屈曲 ⑪ 伸展 ⑫ 屈曲



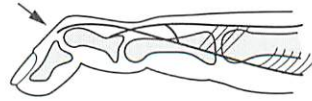
〈13()変形〉

14()の伸展, 断裂

MP 関節: 過15()

PIP 関節: 16()

DIP 関節: 過17()



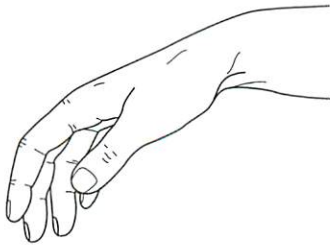
〈18()指〉

終伸筋腱断裂

PIP 関節: 19()

DIP 関節: 20()

b. 上肢末梢神経麻痺による手の変形



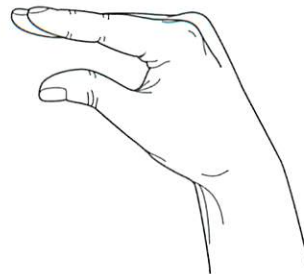
1()手: 2()神経麻痺



3()手: 4()神経麻痺



5()手: 6()神経麻痺



7()手: 8()優位の手

解答

- 2 a 13 ボタン穴 (ボタンホール) 14 (指背腱膜の) 中央索 15 伸展 16 屈曲 17 伸展
18 槌 19 伸展 20 屈曲
b 1 下垂 2 橈骨 3 猿 4 正中 5 鷲 6 尺骨 7 視床 8 手内在筋

基礎問題

手の変形・麻痺

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

- ・ MP関節過伸展位, PIP関節屈曲位, DIP関節過伸展位となる変形を①()変形という。
- ・ MP関節屈曲位, PIP関節過伸展位, DIP関節屈曲位をとる指の変形肢位は②()変形と呼ばれる。
- ・ 手内在筋の代表である骨間筋や③()筋が麻痺すると, MP関節は④()位, PIP関節とDIP関節は⑤()位を示す。この状態を手内在筋 (intrinsic) ⑥()の状態という。
- ・ 尺骨神経麻痺では第4指と第5指のMP関節の屈曲は不能になるが, 第2指と第3指では可能である。その運動に関与している筋は母指側の2本の⑦()で, ⑧()神経に支配されている。
- ・ 手指伸筋腱の末端部が切断, または剥離した場合の指の変形肢位を⑨()指という。

演習問題

1. 手の機能肢位で誤っているのはどれか。
 1. 手関節は軽度尺屈している。
 2. 手関節は中等度背屈している。
 3. 母指は掌側内転している。
 4. 示指は軽度屈曲している。
 5. 手の横アーチは保たれている。
2. 手の機能肢位で誤っているのはどれか。2つ選べ。
 1. 立位で上肢を垂らしたときの肢位である。
 2. 手関節は軽度掌屈位である。
 3. 母指と他の指との先端はほぼ等距離である。
 4. 第2～5指は軽度屈曲位をとる。
 5. 第2～5指の長軸の延長線は舟状骨に集まる。

3

第3章 下肢の運動学

- 1 下肢の解剖学……122
- 2 股関節の運動学……132
- 3 膝関節の運動学……138
- 4 足関節と足部の運動学……150

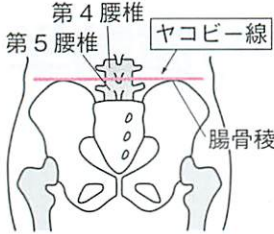
1

下肢の解剖学

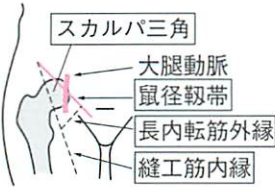
月 日

SIDE MEMO

▶ 腰椎，股関節，大転子の位置

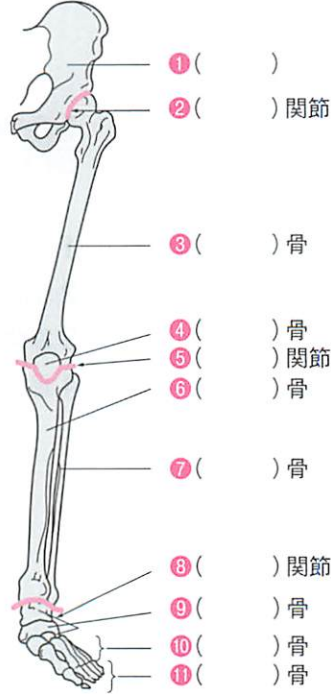


① 第4～5腰椎間
ヤコビー線 (Jacob's line) :
左右の腸骨稜の高位を結んだ線。



② 大腿骨頭の位置
スカルパ三角
(Scarpa's triangle) : 鼠径靱帯，長内転筋外側縁，縫工筋内側縁で形成される三角部で，この領域内を大腿神経・大腿動脈・大腿静脈が通る。

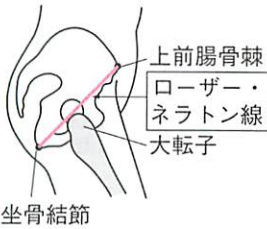
① 下肢の骨格 (左下肢前面)



② 下肢骨のまとめ

- 下肢骨
- 下肢帯——寛骨……1 個 (1) () 骨，恥骨，坐骨
が 2 () 期以降に癒合
 - 自由下肢骨
 - 大腿骨…1 個 (人体で最も大きな 3 () 骨：体重の支持)
 - 膝蓋骨…1 個 (大腿四頭筋腱内にできた 4 () 骨)
 - 脛骨……1 個 (骨幹横断面は 5 () 形：体重の支持)
 - 腓骨……1 個 (体重支持はない)
 - 足根骨…7 個 (距骨，6 () 骨，立方骨，舟状骨，内側楔状骨，中間楔状骨，外側楔状骨)
 - 中足骨…5 個 (長骨)
 - 足指 (趾) 骨…14 個 (基節骨，中節骨，末節骨：母指には 7 () 骨はない)
- 8 () 種
9 () 個
の骨からなる。

SIDE MEMO

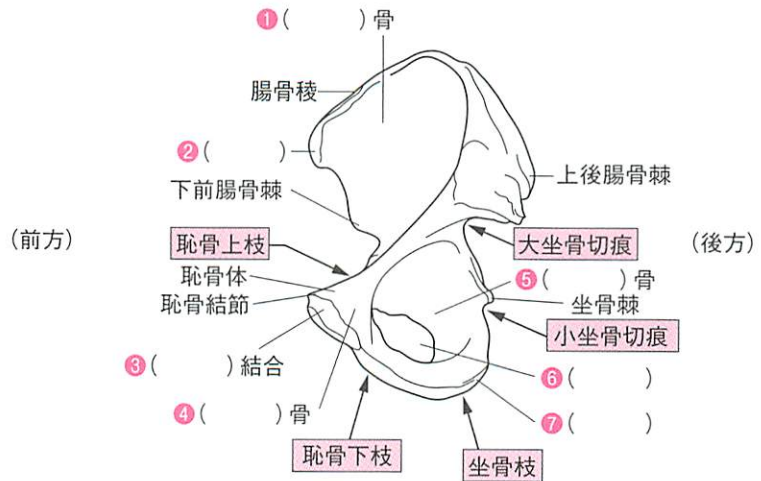


③ 大転子の位置
ローザー・ネラトン線
(Roser-Nelaton line) :
上前腸骨棘と坐骨結節を結
ぶ線のこと、股関節 45°
屈曲位では大転子がこの線
上に位置する。

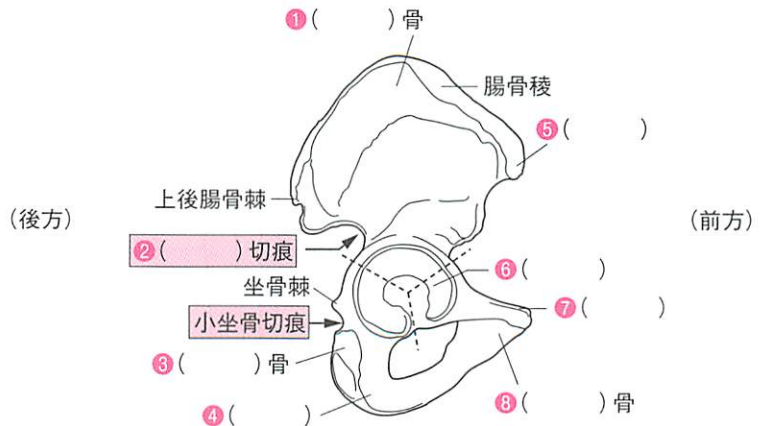
③ 下肢帯(または骨盤帯)の骨

下肢帯 = 骨盤帯ともいう。骨盤は左右の寛骨とその間に位置する仙骨
とで構成される。

a. 寛骨(右側内側面)



b. 寛骨(右側外側面)



解答

① ① 寛骨 ② 股 ③ 大腿 ④ 膝蓋 ⑤ 膝 ⑥ 脛 ⑦ 腓 ⑧ 足
⑨ 足根 ⑩ 中足 ⑪ 指(趾)

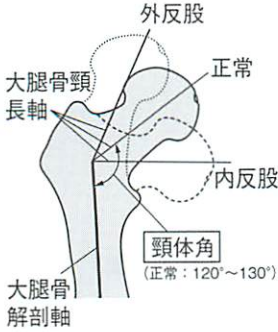
② ① 腸 ② 思春 ③ 長 ④ 種子 ⑤ 三角 ⑥ 踵 ⑦ 中節 ⑧ 8 ⑨ 31

③ a ① 腸 ② 上前腸骨棘 ③ 恥骨 ④ 恥 ⑤ 坐 ⑥ 閉鎖孔 ⑦ 坐骨結節

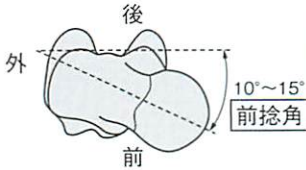
b ① 腸 ② 大坐骨 ③ 坐 ④ 坐骨結節 ⑤ 上前腸骨棘 ⑥ 寛骨臼
⑦ 恥骨結節 ⑧ 恥

SIDE MEMO

▶ 大腿骨の頸体角と前捻角



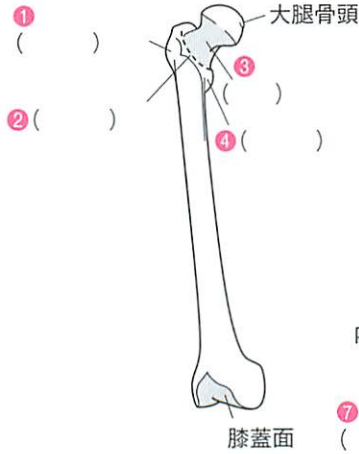
頸体角 = 大腿骨頸部軸と大腿骨骨幹部軸のなす角度で、通常120°~130°である。この頸体角が増加している状態を外反股、減少している状態を内反股という。



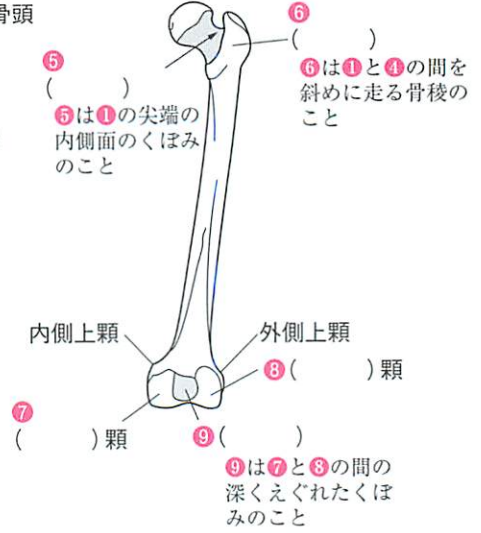
前捻角 = 大腿骨内側顆と大腿骨外側顆の中心同士を結んだ線に対して大腿骨頸部軸が前方に捻れた角。通常成人で10°~15°、小児で30°。

④ 大腿骨

a. 右大腿骨・前面

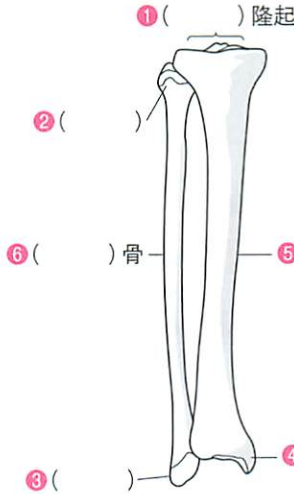


b. 右大腿骨・後面



⑤ 下腿骨

a. 右脛骨と腓骨・前面



b. 右脛骨と腓骨・後面



解答

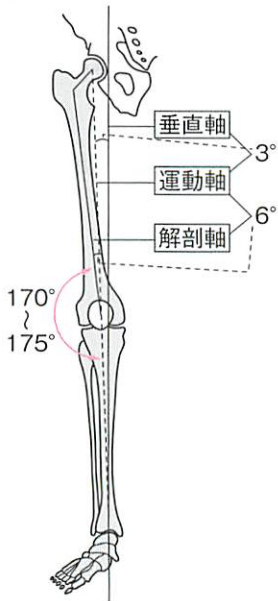
④ a ① 大転子 ② 転子間線 ③ 大腿骨頭 ④ 小転子

b ⑤ 転子窩 ⑥ 転子間稜 ⑦ 内側 ⑧ 外側 ⑨ 顆間窩

⑤ a,b ① 顆間 ② 腓骨頭 ③ 外果 ④ 内果 ⑤ 脛 ⑥ 腓

SIDE MEMO

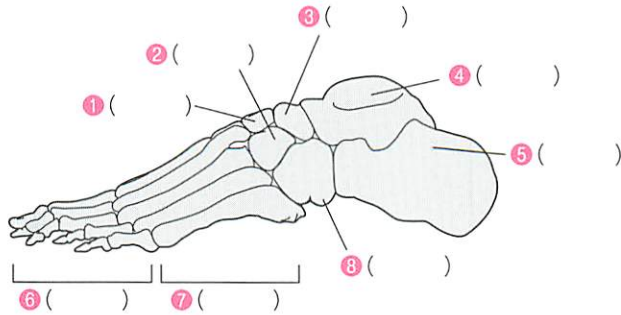
▶解剖軸と運動軸



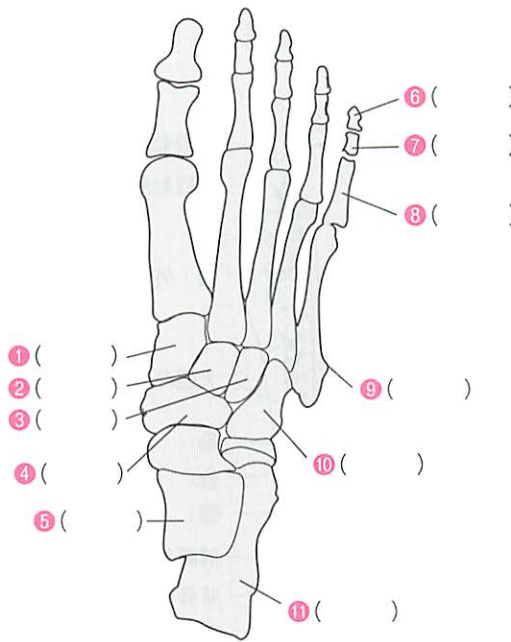
大腿脛骨角(膝外側角 femoro-tibial angle FTA)
=大腿骨長軸と脛骨長軸との間にできる外側の角度。
通常成人で $170^{\circ}\sim 175^{\circ}$ で、
この角度が増加した状態を
内反膝、減少した状態を外
反膝という。

⑥ 足部の骨

a. 左足部外側面



b. 右足部上面



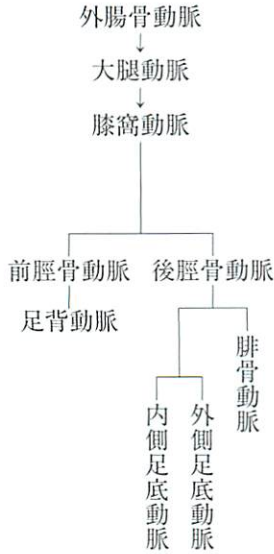
解答

⑥ a ① 中間(第2)楔状骨 ② 外側(第3)楔状骨 ③ 舟状骨 ④ 距骨 ⑤ 踵骨
⑥ 指(趾)骨 ⑦ 中足骨 ⑧ 立方骨

b ① 内側(第1)楔状骨 ② 中間(第2)楔状骨 ③ 外側(第3)楔状骨 ④ 舟状骨 ⑤ 距骨
⑥ 末節骨 ⑦ 中節骨 ⑧ 基節骨 ⑨ 第5中足骨粗面 ⑩ 立方骨 ⑪ 踵骨

SIDE MEMO

▶ 下肢の動脈



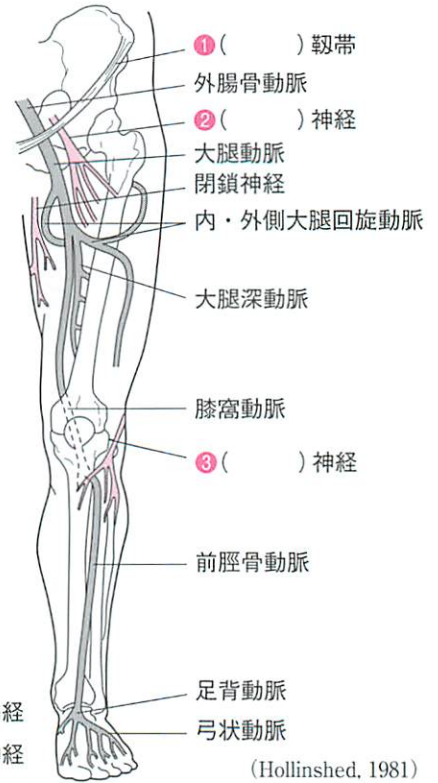
▶ 下肢の神経



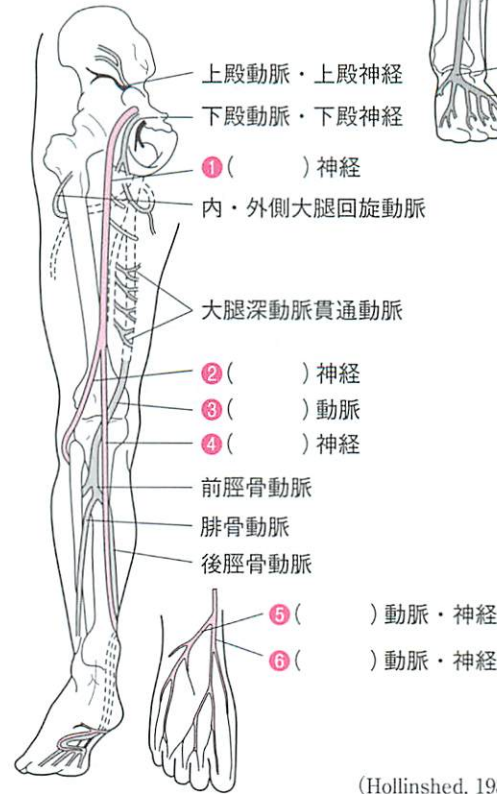
7

下肢の神経と動脈

a. 左下肢前面



b. 左下肢後面



解答

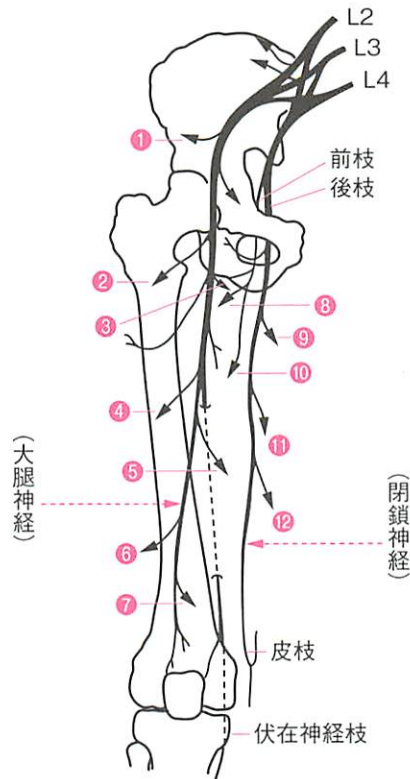
7 a ① 鼠径 ② 大腿 ③ 総腓骨

b ① 坐骨 ② 総腓骨 ③ 膝窩 ④ 脛骨 ⑤ 外側足底 ⑥ 内側足底

SIDE MEMO

⑧ 下肢の神経と筋(右大腿前面)

- a. 大腿神経
b. 閉鎖神経



a. 大腿神経支配筋

- ① () 筋
② () 筋
③ () 筋
④ () 筋
⑤ () 筋
⑥ () 筋
⑦ () 筋

b. 閉鎖神経支配筋

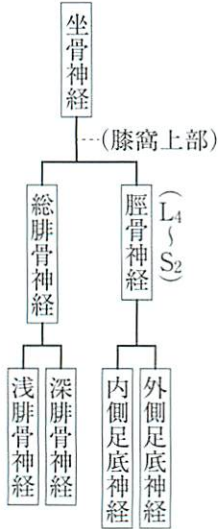
- ⑧ () 筋
⑨ () 筋
⑩ () 筋
⑪ () 筋
⑫ () 筋

解答 ⑧ a ① 腸骨 ② 縫工 ③ 恥骨 ④ 大腿直 ⑤ 内側広 ⑥ 外側広 ⑦ 中間広
b ⑧ 外閉鎖 ⑨ 短内転 ⑩ 大内転 ⑪ 長内転 ⑫ 薄

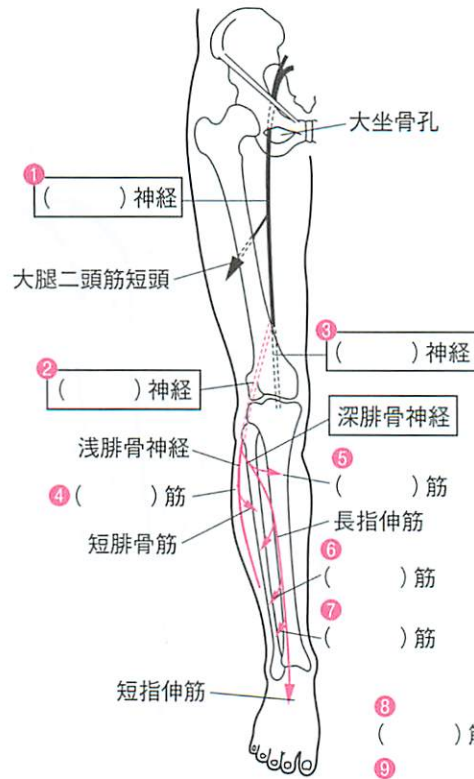
SIDE MEMO

▶坐骨神経 (L₄~S₃)

※人体中最大の末梢神経で、大腿後面筋および下腿以下すべての筋を支配



c. 総腓骨神経 (右下肢前面) (赤線部)

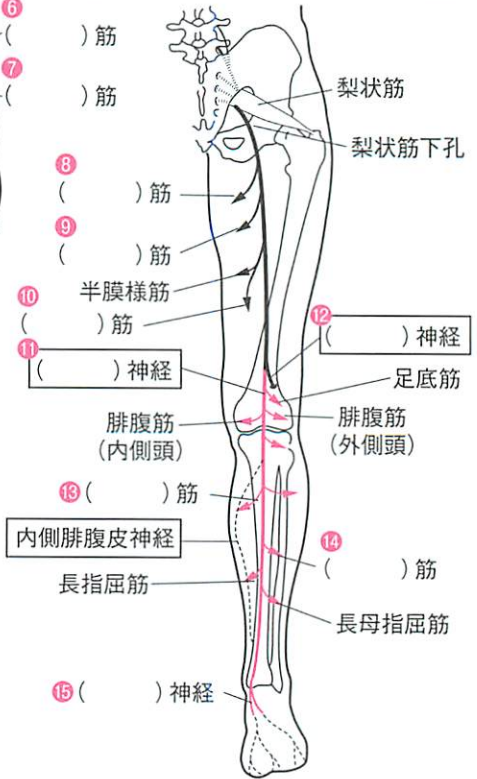


深腓骨神経支配筋
 ⑤ () 筋
 ⑥ () 筋
 ⑦ () 筋
 長指伸筋
 短指伸筋

浅腓骨神経支配筋
 ④ () 筋
 短腓骨筋

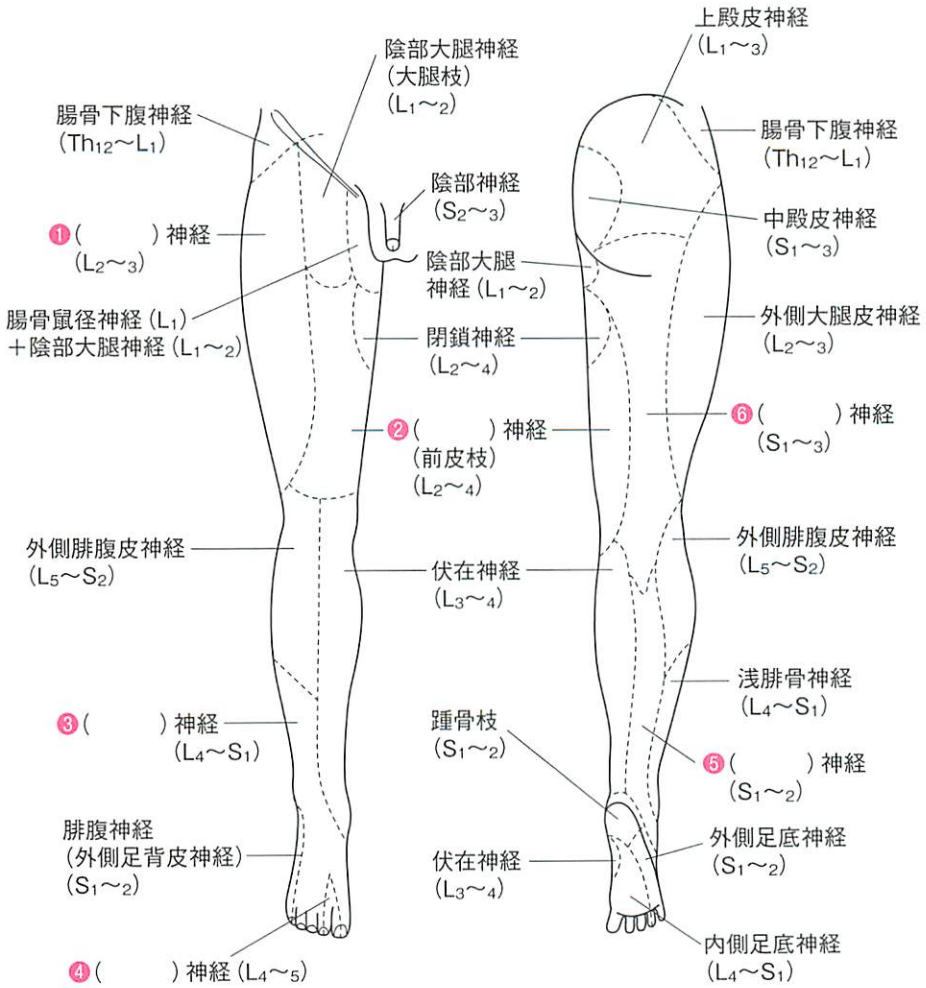
脛骨神経支配筋
 ⑧ () 筋長頭
 ⑨ () 筋
 半膜様筋
 ⑩ () 筋
 膝窩筋
 腓腹筋
 ⑬ () 筋
 ⑭ () 筋
 足底筋
 長指底筋
 短指屈筋

d. 脛骨神経 (右下肢後面) (赤線部)



解答 ⑧ c ① 坐骨 ② 総腓骨 ③ 脛骨 ④ 長腓骨 ⑤ 前脛骨 ⑥ 長母指伸 ⑦ 第3腓骨
 d ⑧ 大腿二頭 ⑨ 半腱様 ⑩ 大内転 ⑪ 脛骨 ⑫ 総腓骨 ⑬ ヒラメ
 ⑭ 後脛骨 ⑮ 内側足底

9 下肢の皮膚感覚



解答 9 ① 外側大腿皮 ② 大腿 ③ 浅腓骨 ④ 深腓骨 ⑤ 腓腹 ⑥ 後大腿皮

基礎問題

次の文が正しければ()に○, 誤っていれば()に×を入れよ.

- ① () 寛骨は人体の中で最も大きな扁平骨である.
- ② () 寛骨は腸骨, 恥骨, 坐骨および仙骨で構成される.
- ③ () ヤコビー線は第4腰椎棘突起と第5腰椎棘突起との間をとおり.
- ④ () 坐骨神経はスカルパ三角の領域を通る.
- ⑤ () 腸骨稜を前方に沿うと骨の大きな出っ張りに触れ, その部位を上前腸骨棘という.
- ⑥ () 股関節の関節頭は大腿骨頭で, 関節窩は寛骨臼である.
- ⑦ () 大腿骨頸部長軸と大腿骨幹部長軸のなす角を前捻角という.
- ⑧ () 膝関節は大腿脛骨関節と膝蓋大腿関節とで構成される.
- ⑨ () 膝伸展筋である大腿四頭筋は坐骨神経に支配される.
- ⑩ () 股関節内転筋群を主に支配する神経は大腿神経である.
- ⑪ () 大腿四頭筋を支配する大腿神経の髄節は第2腰髄から4腰髄までである.
- ⑫ () 大腿骨頭を主に栄養する血管は内・外側大腿回旋動脈である.
- ⑬ () 大腿部外側部の皮膚の支配神経は大腿神経である.
- ⑭ () 成人の膝関節は伸展位では生理的にやや内反している.
- ⑮ () 腓骨の中枢側の塊を腓骨頭といい, 末梢側の塊を外果という.
- ⑯ () 足根骨は7種あり, 第1中足骨と関節をなすのは舟状骨である.
- ⑰ () 下腿骨と関節を形成する足根骨は踵骨である.
- ⑱ () 長・短腓骨筋を支配する神経は深腓骨神経である.
- ⑳ () 母趾と第2趾との間の水かき部分の皮膚を支配するのは深腓骨神経である.

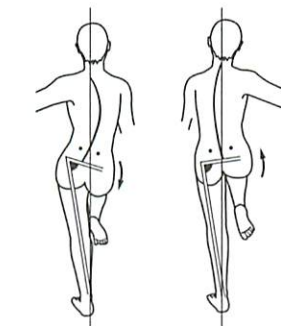
MEMO

演習問題

1. スカルパ三角で誤っているのはどれか、2つ選べ。
 1. 坐骨神経が通る。
 2. 大腿動脈が通る。
 3. 底面に恥骨筋がある。
 4. 外側は鼠径靱帯で形成される。
 5. 内側は長内転筋で形成される。
2. 体表から容易に筋収縮を触知できるのはどれか、2つ選べ。
 1. 梨状筋
 2. 外閉鎖筋
 3. 小殿筋
 4. 大腿筋膜張筋
 5. 長内転筋
3. 正しいのはどれか。
 1. 大転子は股関節120°屈曲位でローザー・ネラトン線上に触れる。
 2. スカルパ三角は鼠径靱帯、縫工筋内縁および大内転筋外縁からなる。
 3. ハムストリングスは半膜様筋と半腱様筋との2筋を総称していう。
 4. トレンデレンブルグ徴候は患脚側の骨盤が遊脚時に落下する現象をいう。
 5. 成人の健常な大腿骨の頭腿角は120°～130°である。
4. 腰神経叢に含まれるのはどれか。
 1. 大腿神経
 2. 上殿神経
 3. 下殿神経
 4. 陰部神経
 5. 坐骨神経
5. 筋と付着部の組合せで正しいのはどれか。
 1. 腸腰筋——大転子
 2. 長内転筋——坐骨結節
 3. 半腱様筋——腓骨頭
 4. 長腓骨筋——舟状骨
 5. 前脛骨筋——内側楔状骨

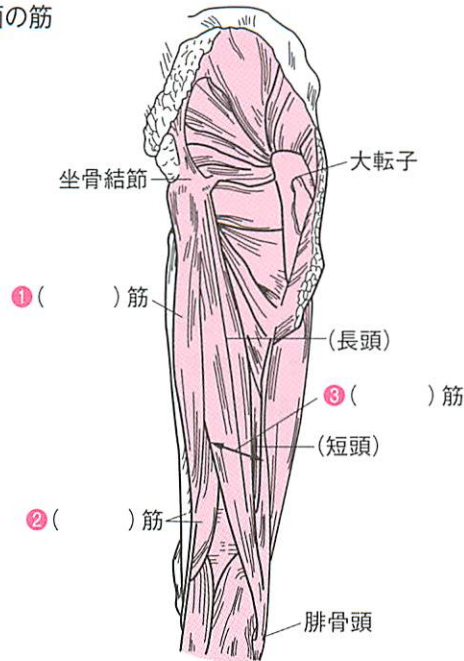
SIDE MEMO

▶トレンデレンブルグ徴候
中殿筋などの股外転筋群に弱化的な場合、患脚起立時に骨盤を水平位に保てず、遊脚側に骨盤が傾く現象をいう。



(患脚)
トレンデレンブルグ 正常
徴候

e. 右大腿後面の筋



④ 股関節の運動と筋

股関節 屈曲	① () 筋, ② () 筋, ③ () 筋, ④ () 筋, 縫工筋
股関節 伸展	⑤ () 筋, ⑥ (), ⑦ () 筋, 大腿二頭筋
股関節 外転	⑧ () 筋, 小殿筋, ⑨ () 筋, 大殿筋 (上部), 縫工筋
股関節 内転	⑩ () 筋, 長・短・大内転筋, 薄筋
股関節 外旋	⑪ () 筋, ⑫ () 筋, 大腿二頭筋, 恥骨筋, 外旋6筋 (内・外閉鎖筋, 上・下双子筋, 大腿方形筋, 梨状筋)
股関節 内旋	⑬ () 筋, ⑭ () 筋, 半膜様筋, 大腿筋膜張筋

解答 e ① 半腱様 ② 半膜様 ③ 大腿二頭

④ ① 腸腰 ② 大腿筋膜張 ③ 恥骨 ④ 大腿直 (①～④順不同) ⑤ 大殿 ⑥ 半膜様
⑦ 半腱様 (⑤～⑦順不同) ⑧ 中殿 ⑨ 大腿筋膜張 (⑧・⑨順不同) ⑩ 恥骨
⑪ 大殿 ⑫ 縫工 (⑪・⑫順不同) ⑬ 小殿 ⑭ 半腱様 (⑬・⑭順不同)

基礎問題

股関節と靭帯および筋

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

- ・股関節は大腿骨頭と①()によって構成され、骨頭は①()にほぼ半分くらい陥入している。
- ・機能的に関節窩を深くし、関節の安定性を高める働きをするのは②()である。
- ・大腿骨頭靭帯は股関節の安定化にはさほど貢献しておらず、主に③()の先端部分への血液供給の経路として機能している。
- ・股関節周囲には腸骨大腿靭帯、恥骨大腿靭帯、坐骨大腿靭帯という非常に強力な靭帯があるが、そのうち最も強靭な靭帯は④()で、その形状より⑤()靭帯と呼ばれる。この靭帯の外側の線維束は股関節⑥()方向で最も緊張する。
- ・恥骨大腿靭帯が最も緊張するのは股関節を⑦()方向に動かしたときである。
- ・坐骨大腿靭帯は最も緊張するのは股関節を伸展・内転・⑧()方向に動かしたときである。
- ・背臥位にて骨盤が明らかに後傾するぐらい一側の下肢を屈曲させる時に他側の下肢が浮いてくる場合は⑨()の短縮が考えられる。
- ・股関節屈曲の可動域は膝伸展位の方が膝屈曲位よりも⑩()いが、これは股関節⑪()かつ膝関節屈曲作用をもつ⑫()が緊張するからである。
- ・股関節外転の主動筋には⑬()と大腿筋膜張筋があり、補助動筋は縫工筋、大腿直筋、⑭()、小殿筋がある。
- ・中殿筋の後部線維の作用は筋走行からみて、股関節の⑮()、外転、外旋である。
- ・股関節の外旋作用を有する主動筋は⑯()、内閉鎖筋、外閉鎖筋、⑰()、上双子筋、下双子筋、大腿方形筋である。
- ・片脚立ちしたときに脚を挙上している側に骨盤が沈下する現象を⑱()現象といい、その側の股関節外転筋群の出力不足を原因とする。この骨盤の沈下を防ぐために支持脚側に体幹を側屈させる現象を⑲()現象という。
- ・立位にて骨盤が前傾している場合には股関節屈筋が⑳()している可能性がある。

演習問題

1. 正しいのはどれか、2つ選べ。
 1. 腸骨大腿靭帯は股関節内旋を制限する。
 2. 坐骨大腿靭帯は股関節屈曲を制限する。
 3. 小殿筋の収縮は股関節外旋を制限する。
 4. 半膜様筋の収縮は股関節伸展を制限する。
 5. 大腿二頭筋の収縮は股関節屈曲を制限する。

2. 筋と股関節の運動の組合せで正しいのはどれか。

1. 縫工筋———外旋
2. 小殿筋———内転
3. 梨状筋———内旋
4. 大殿筋———屈曲
5. 大腿方形筋———屈曲

3. 股関節の内旋運動に関与する筋はどれか。2つ選べ。

1. 小殿筋
2. 大殿筋
3. 縫工筋
4. 半膜様筋
5. 大腿二頭筋

4. 筋と付着部の組合せで正しいのはどれか。2つ選べ。

1. 腸腰筋———小転子
2. 縫工筋———腸骨稜
3. 大腿直筋———下前腸骨棘
4. 長内転筋———坐骨結節
5. 内側広筋———粗線外側唇

5. 筋と主たる作用の組合せで正しいのはどれか。2つ選べ。

1. 小殿筋———股関節外旋
2. 大腿筋膜張筋———股関節屈曲
3. 恥骨筋———股関節内転
4. 大腿直筋———股関節伸展
5. 縫工筋———股関節内旋

6. 基本的肢位における股関節の外旋筋はどれか。

1. 大腿筋膜張筋
2. 半膜様筋
3. 大腿直筋
4. 梨状筋
5. 薄筋

3

膝関節の運動学

月 日

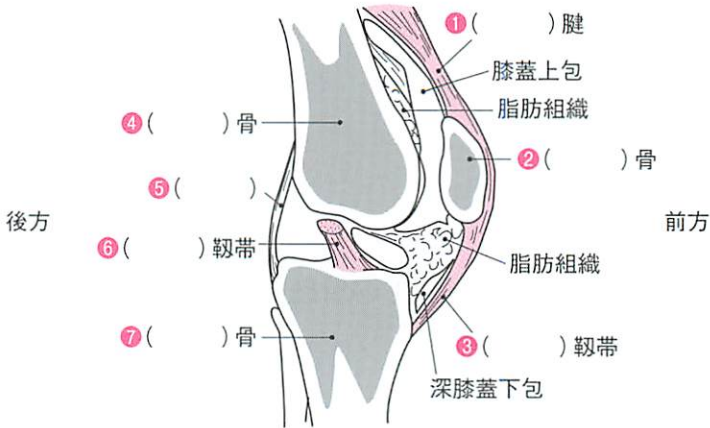
SIDE MEMO

膝関節とは

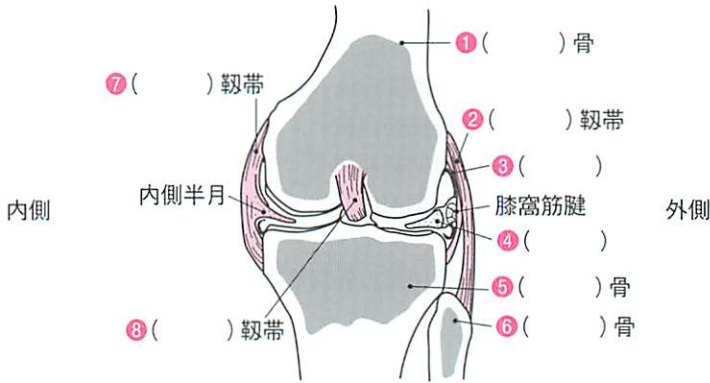
膝関節は大腿脛骨関節と膝蓋大腿関節とで構成される。一般的に膝関節という場合は大腿脛骨関節を指している。

① 膝関節の構造

a. 左膝矢状断面(内側面から観察)



b. 左膝前額断面(前面から観察)



解答

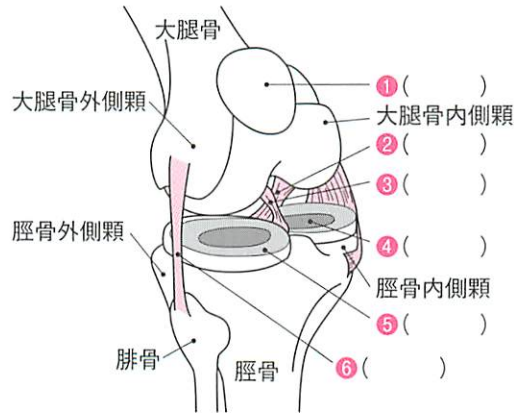
① a ① 大腿四頭筋 ② 膝蓋 ③ 膝蓋 ④ 大腿 ⑤ 関節包 ⑥ 前十字 ⑦ 脛

b ① 大腿 ② 外側側副 ③ 関節包 ④ 外側半月 ⑤ 脛 ⑥ 腓 ⑦ 内側側副

⑧ 前十字

SIDE MEMO

c. 膝関節(右膝を外側前方から観察)



- ・膝関節は大腿⑦()関節と⑧()大腿関節という2つの関節で構成される。通常、膝関節という場合は大腿⑦()関節を指していることが多い。
- ・大腿脛骨関節の外側側では大腿骨外側顆の関節面と脛骨外側顆の関節面とが向かい合い、内側側では大腿骨内側顆の関節面と脛骨内側顆の関節面とが向かい合う。
- ・大腿骨外側顆と脛骨外側顆とによって形成される領域を⑨()コンパートメントといい、大腿骨内側顆と脛骨内側顆とによって形成される領域を⑩()コンパートメントという。
- ・大腿脛骨関節の関節頭に該当する大腿骨の外側顆ならびに内側顆の関節面は半球状の形態であるが、それに対し関節窩に該当する脛骨の外側顆ならびに内側顆の関節面は平面に近い凹面の形態である。
→関節形態からみて非常に安定性に⑪()る。→関節裂隙の隙間を埋めるように内側および外側⑫()を介在させることで関節の適合性を高めている。→関節の⑬()が高まる。
- ・膝蓋大腿関節は関節頭に該当する膝蓋骨後面と、関節窩に該当する大腿骨膝蓋面(大腿骨滑車面ともいう)により形成される。
- ・膝の伸展機構とは⑭()-大腿四頭筋-膝蓋骨-⑮()-脛骨粗面の一連の組織をいい、特に膝蓋骨は大腿四頭筋に生じた収縮力を脛骨に効率的に伝える⑯()の役割を果たしている。

解答

- ① c ① 膝蓋骨 ② 後十字靱帯 ③ 前十字靱帯 ④ 内側半月 ⑤ 外側半月
⑥ 外側側副靱帯 ⑦ 脛骨 ⑧ 膝蓋 ⑨ 外側 ⑩ 内側 ⑪ 劣 ⑫ 半月
⑬ 安定性 ⑭ 大腿四頭筋 ⑮ 膝蓋靱帯 ⑯ 滑車

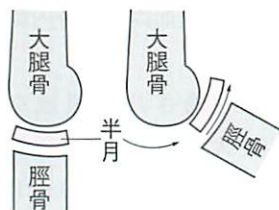
SIDE MEMO

▶内側半月(MM: medial meniscus)

内側半月は脛骨前顆間区の前部と後顆間区内側部に付着し、半円形の形をしている。側方で内側側副靱帯と強く結合しているため外側半月ほど可動性はない。

▶外側半月(LM: lateral meniscus)

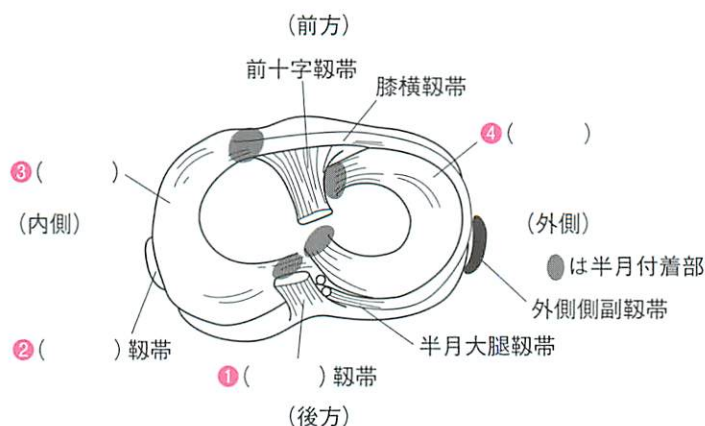
外側半月は脛骨前顆間区の間部と後顆間区に付着し、ほぼ完全な円形を示す。側方で外側側副靱帯とは結合していないため内側半月より可動性は大きい。



膝関節を伸展位から屈曲させると関節面の接点が後方に移動するに伴い半月も後方に移動する。ただし内側より外側半月の方がより多く移動する。

② 膝関節の半月

a. 半月(右膝の脛骨関節面からの観察)



b. 半月の特徴

内側半月: ①()型の形態を呈し、外側半月より直径は②()く、側縁は③()と強く結合しているため、外側半月より可動性は④()い。

外側半月: ⑤()型の形態を呈し、内側半月より直径は⑥()く、側縁は靱帯などと結合していないため、内側半月より大きな可動性がある。

c. 半月板の機能と動き

- 機能
- ・関節の①()を高める。
 - ・関節面にかかる圧縮応力を和らげる→②()作用
 - ・関節可動域を確保する。
 - ・③()内圧を均等化する。
 - ・④()を分散化する。

- 動き
- ・膝関節屈曲時には半月は⑤()する。
 - ・膝関節伸展時には半月は⑥()する。
 - ・膝関節屈曲位での下腿の外旋時には、内側半月は⑦()し外側半月は⑧()する。
 - ・膝関節屈曲位での下腿の内旋時には、内側半月は⑨()し外側半月は⑩()する。

解答 ② a ① 後十字 ② 内側側副 ③ 内側半月 ④ 外側半月

b ① C ② 長 ③ 内側側副靱帯 ④ 少な ⑤ O ⑥ 短

c ① 適合性 ② 緩衝 ③ 関節 ④ 滑液 ⑤ 後退 ⑥ 前進 ⑦ 後退

⑧ 前進 ⑨ 前進 ⑩ 後退

SIDE MEMO

・前十字靱帯 (ACL : anterior cruciate ligament)

大腿骨外側顆の後内面から斜め前内方に走行し、脛骨前顆間区に付着する。脛骨への付着部が顆間区の前方ということで前十字という。

・後十字靱帯 (PCL : posterior cruciate ligament)

大腿骨顆間窩の前内面から斜め後外方に走行し、脛骨後顆間区の外側に付着する。脛骨への付着部が顆間区の後方ということで後十字という。

・内側側副靱帯 (MCL : medial collateral ligament)

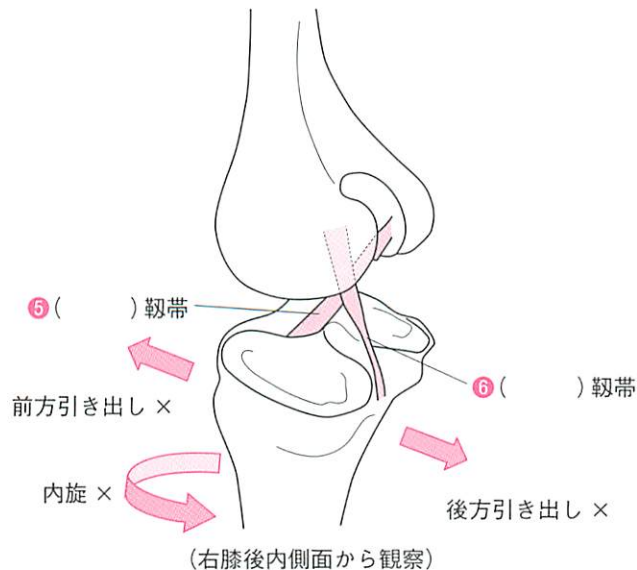
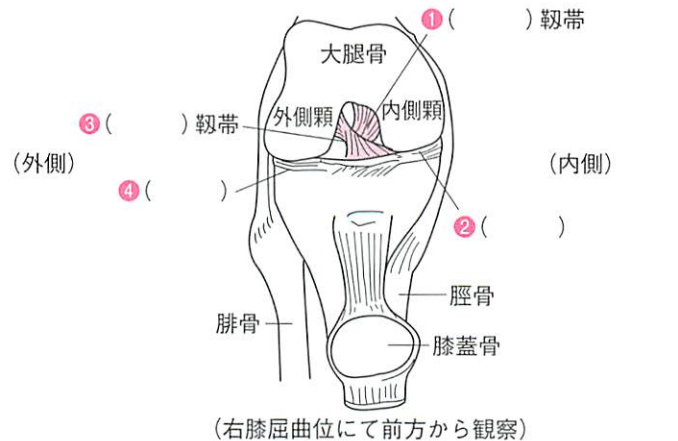
大腿骨内側上顆から脛骨内側顆へ走行。外側側副靱帯に比べ幅が広い。内側半月と結合している。

・外側側副靱帯 (LCL : lateral collateral ligament)

大腿骨外側上顆から腓骨頭へ走行。細い紐様である。外側半月とは結合していない。

③ 膝関節の靱帯

a. 十字靱帯とその機能



機能

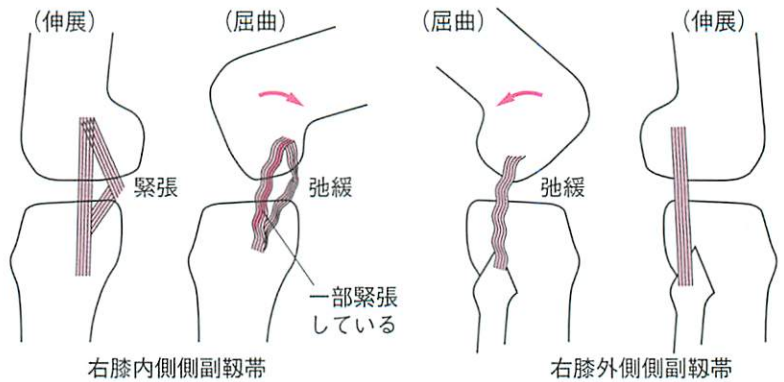
- ・十字靱帯は膝関節がどの位置でも、程度の差はあるにせよ常に緊張。→ 膝安定性が増す。
- ・前十字靱帯は後十字靱帯よりも5:3の比率で7 (長) い。
- ・前十字靱帯は伸展0°位と屈曲20~25°位および屈曲70~90°位でより緊張が増す。
- ・前十字靱帯は屈曲45~50°位で緊張が低下する。

解答 ③ a ① 後十字 ② 内側半月 ③ 前十字 ④ 外側半月 ⑤ 前十字 ⑥ 後十字 ⑦ 長

SIDE MEMO

- ・前十字靱帯は大腿骨に対する脛骨の⑧()方へのすべりを防ぐ。
- ・前十字靱帯は膝関節の⑨()を防ぐ。
- ・前十字靱帯は過度の内反(内転)ないしは外反(外転)を防ぐ。
- ・前十字靱帯は後十字靱帯と絡み合うことで下腿の⑩()を制限する。
- ・後十字靱帯は前十字靱帯よりも強靱である。
- ・後十字靱帯は大腿骨に対する脛骨の⑪()方へのすべりを防ぐ。
- ・後十字靱帯は膝関節の⑫()を防ぐ。
- ・後十字靱帯は過度の内反(内転)ないしは外反(外転)を防ぐ。

b. 側副靱帯とその機能



機能

- ・側副靱帯は膝関節伸展位では①()している。→ 膝の内反外反と下腿の②()を防ぐ。
- ・側副靱帯は膝関節伸展位では③()している。→ 膝関節の④()を防ぐ。
- ・内側側副靱帯は膝関節の⑤() (外転)を防ぐ。
- ・外側側副靱帯は膝関節の⑥() (内転)を防ぐ。

解答

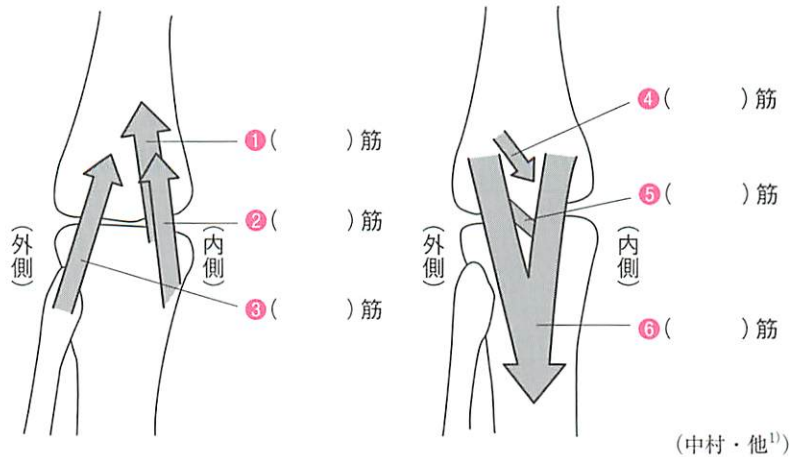
③ a ⑧ 前 ⑨ 過伸展 ⑩ 内旋 ⑪ 後 ⑫ 過伸展

b ① 緊張 ② 外旋 ③ 緊張 ④ 過伸展 ⑤ 外反 ⑥ 内反

SIDE MEMO

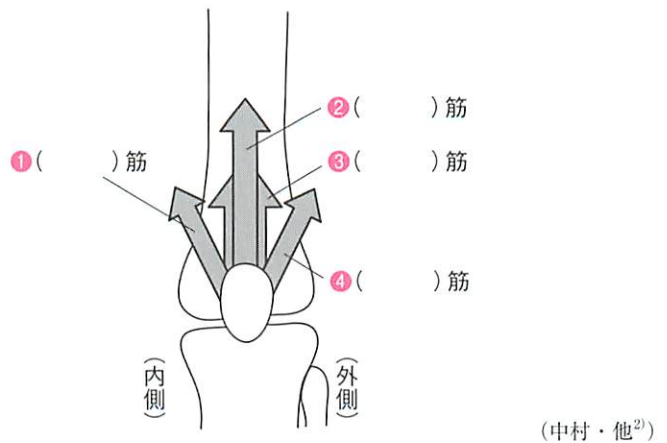
④ 膝関節に働く筋

a. 膝関節の屈筋（左膝後方から観察）



※ p.135 右大腿後面の筋を参照.

b. 膝関節の伸筋（左膝前方から観察）



※ p.134 右大腿前面表層の筋および深層の筋を参照.

解答 ④ a ① 半膜様 ② 半腱様 ③ 大腿二頭 ④ 足底 ⑤ 膝窩 ⑥ 腓腹
b ① 内側広 ② 大腿直 ③ 中間広 ④ 外側広

⑤ 膝関節の運動と筋

膝関節屈曲	主動筋	① () 筋 ② () 筋 ③ () 筋
	補助筋	④ () 筋, ⑤ () 筋 ⑥ () 筋, 腓腹筋, 膝窩筋, 足底筋
膝関節伸展		⑦ () 筋, ⑧ () 筋
下腿内旋	主動筋	⑨ () 筋 半膜様筋
	補助筋	縫工筋 薄筋
下腿外旋	主動筋	⑩ () 筋
	補助筋	大腿筋膜張筋

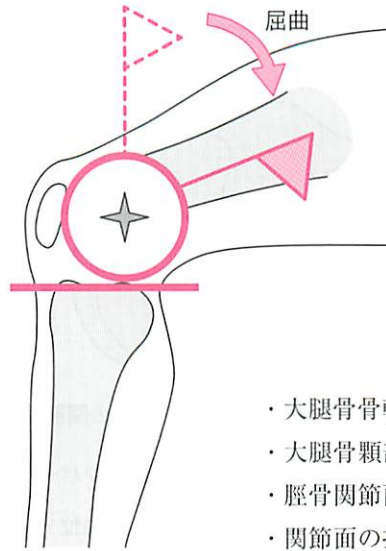
⑥ 膝関節の動きの特徴

a. 転がり運動と滑り運動

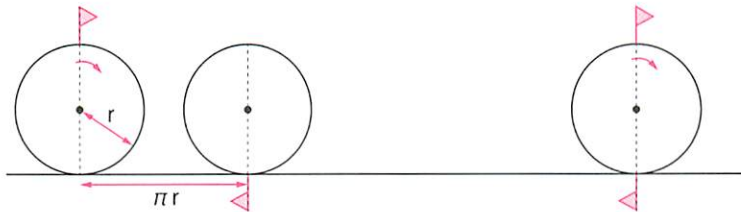
- ・後図においては、タイヤが右周りに回転することは膝関節が屈曲することを表し、タイヤが左周りに回転することは膝関節が伸展することを表す。
- ・タイヤの回転には、空回りを一切することなく回転する転がり運動とその場で空回りすることで回転する滑り運動の2種類がある。
- ・転がり運動の最大の特徴は接点が① () (進行方向に) 移動することである。→この運動は、実際の関節においては関節面に掛かる負担が少なくてすむ(=変形しにくい)という長所と同時に、大きな可動域を確保するには広い関節面を必要とするという短所をもっている。

解答 ⑤ ① 半腱様 ② 半膜様 ③ 大腿二頭(①～③順不同) ④ 大腿筋膜張 ⑤ 縫工
⑥ 薄(④～⑥順不同) ⑦ 大腿四頭 ⑧ 大腿筋膜張(⑦・⑧順不同) ⑨ 半腱様
⑩ 大腿二頭

- ・滑り運動の最大の特徴は接点が全く移動②() ことである。→この運動は、実際の関節運動においては接点となっている部分の関節面に負担が掛かりすぎる(=変形しやすい)という短所と同時に、非常に狭い関節面でも大きな可動域を確保することができるという長所をもっている。
- ・実際の膝関節では、伸展0°位から屈曲20°ないし30°位までは③() 運動のみ、屈曲20°ないし30°位から屈曲90°位までは③() 運動に④() 運動が加わり、屈曲90°位から最大屈曲位までは④() 運動のみとなる。



- ・大腿骨骨幹部=旗の竿(はたのさお)
- ・大腿骨顆部=関節頭=タイヤ
- ・脛骨関節面=関節窩=地面
- ・関節面の接点=タイヤと地面の接点

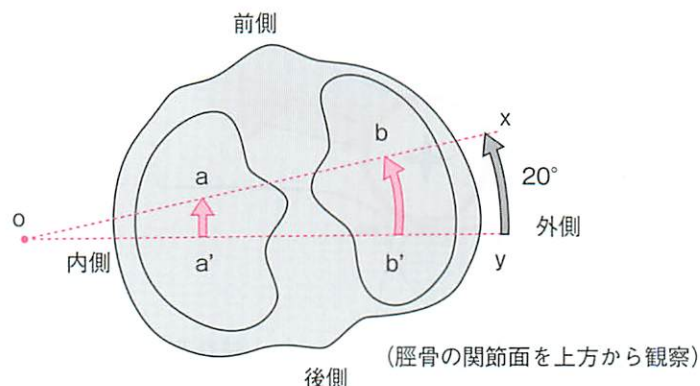


転がり運動	滑り運動
【特徴】 ・タイヤが右方向に180°回転 ・接点は常に進行方向に移動 ・接点の移動距離はπr(半円周) ・空回りは一切しない回転 ・接点にさほど負担がかからない ・接点の移動のために広い地面が必要	【特徴】 ・タイヤが右方向に180°回転 ・接点は一切移動しない ・接点の移動距離は0 ・空回りのみでの回転 ・接点に最大の負担がかかる ・接点は移動しないので広い地面は不要

解答 ⑤ a ① 常に ② しない ③ 転がり ④ 滑り

b. 膝関節のlockingとscrew home movement

- ・何気なく立っている人の膝後面を不意に前方に押すと①()が生じるが、この現象を膝のlockが②()されたという。→逆に言うと、膝伸展位は膝に鍵が掛かった状態(=lockされた状態=locking)
- ・通常の立位では膝関節伸展位の保持に膝伸筋の収縮を必要としないが、これは大腿脛骨関節面同士の適合性の高まりとそれを維持するための膝の③()や後方関節包の緊張によるものである。
- ・膝関節をlockingするには大腿脛骨関節面同士の適合性を高める必要があり、そのために脛骨は膝伸展運動の最終域付近で大腿骨に対して④()する。



脛骨の関節面上を移動する内側および外側コンパートメントの接点移動

a': 屈曲位での内側コンパートメントの接点位置

b': 屈曲位での外側コンパートメントの接点位置

a: 伸展位での内側コンパートメントの接点位置

b: 伸展位での外側コンパートメントの接点位置

ox: 伸展位での内側と外側との接点を結んだ線

oy: 屈曲位での内側と外側との接点を結んだ線

- ・図のように、膝屈曲位から完全伸展位までの伸展運動では外側コンパートメントでの接点移動距離はb'b (= 10~12mm)で、内側コンパートメントでのそれはa'a (= 5~6mm)となる。
- ・接点移動距離は外側コンパートメントの方が内側コンパートメントより2倍⑤()ことより大腿骨が脛骨に対して⑥()することになる。これは脛骨が大腿骨に対して⑦()するともいえる。具体的には膝関節屈曲30°位付近から完全伸展位までの運動の間に脛骨は大腿骨に対して10°~20°の⑧()運動をする。
- ・この大腿骨に対する脛骨の外旋運動をscrew home movementという。
- ・screw home movementを引き起こす因子は大腿骨内側顆の形状と前十字靱帯の緊張および大腿四頭筋が脛骨を外側へ引くことによる。

基礎問題

1. 膝関節の靱帯や半月および筋

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

- ・膝関節は①()と膝蓋大腿関節とで構成されており、基本的には屈曲-伸展運動をする②()軸性関節に分類されるが、膝③()位では下腿の回旋が生じる。
- ・膝④()位では内・外側側副靱帯および前・後十字靱帯のすべてが緊張している。
- ・膝関節屈曲位では内側側副靱帯および外側側副靱帯ともに⑤()いる。
- ・大腿骨に対して脛骨の⑥()方への滑りを防いでいるは前十字靱帯である。
- ・膝関節を過伸展させるように可動させると特に⑦()十字靱帯及び内側側副靱帯の緊張は高まる。
- ・半月の働きには関節面の⑧()を良好にすることや緩衝作用などがある。
- ・膝関節屈曲運動時には内・外側半月とも⑨()方へ移動する。
- ・膝関節伸展運動時には大腿骨膝蓋面が膝蓋骨を前方に押し出すため⑩()靱帯が緊張して半月が⑪()方へ移動する。
- ・膝屈曲位で下腿が外旋した場合、外側半月は⑫()方へ移動する。
- ・大腿四頭筋は大腿直筋、内側広筋、中間広筋、外側広筋で構成され、このうち大腿直筋は⑬()関節筋で膝関節伸展作用および股関節⑭()作用をもつ。
- ・外側ハムストリングとは⑮()のことで、膝関節への作用は屈曲と、膝関節屈曲位での下腿の⑯()である。
- ・坐骨結節から起始する膝関節屈筋は⑰()と半腱様筋および半膜様筋である。
- ・薄筋と縫工筋および半腱様筋の末梢側の腱の収束部分を⑱()といい、そのためこれらの筋を総称して⑲()筋という。これは半膜様筋とともに膝屈曲位での下腿の⑲()に作用する。
- ・膝完全伸展位からの屈曲20~30°位までの運動時は転がり運動のみで、その後90°屈曲位までは転がり運動に⑳()運動が加わる。

2. 膝関節の運動に作用する筋

開放性運動連鎖(open kinetic chain)でとらえて、膝関節の屈曲に作用する筋に(屈), 伸展に作用する筋に(伸), 関係しない筋に(×)を記入しなさい。

- | | | | |
|-----------|-----------|----------|-----------|
| ①内側広筋() | ②外側広筋() | ③中間広筋() | ④長腓骨筋() |
| ⑤後脛骨筋() | ⑥半膜様筋() | ⑦半腱様筋() | ⑧大腿二頭筋() |
| ⑨第三腓骨筋() | ⑩長母趾伸筋() | ⑪膝窩筋() | ⑫長趾伸筋() |
| ⑬大殿筋() | ⑭中殿筋() | ⑮小殿筋() | ⑯縫工筋() |
| ⑰薄筋() | ⑱長内転筋() | ⑲小内転筋() | ⑳大内転筋() |
| ㉑短内転筋() | ㉒足底筋() | | |

演習問題

1. 膝関節運動で誤っているのはどれか。
 1. 後十字靱帯は脛骨の後方への逸脱を防ぐ。
 2. 前十字靱帯は完全伸展位で弛緩する。
 3. 屈曲位から伸展運動時に脛骨は大腿骨に対して外旋する。
 4. 転がり運動は完全伸展位からの屈曲初期に起こる。
 5. 純粋な滑り運動は屈曲の最終段階に起こる。
2. 膝関節について正しいのはどれか。
 1. 屈曲角度が増すと、転がり運動が多くなる。
 2. 内側側副靱帯は屈曲位での外旋運動を制限する。
 3. 屈曲位から伸展すると、完全伸展する直前で下腿は内旋する。
 4. 関節運動による内側半月板の移動距離は外側半月板よりも大きい。
 5. 前十字靱帯の主な作用は、脛骨と大腿骨の間の左右剪断力を制限することである。
3. 膝関節で正しいのはどれか。
 1. 外側側副靱帯は屈曲位で緊張する。
 2. 最終伸展時に脛骨の外旋が起こる。
 3. 外側半月は外側側副靱帯と結合する。
 4. 大腿骨軸と脛骨軸とは軽度内反している。
 5. 後十字靱帯は大腿骨の顆間窩後方に付着する。
4. 膝関節で正しいのはどれか。
 1. 生理的に内反している
 2. 前十字靱帯は膝で最も強い靱帯である。
 3. 内側側副靱帯は内反によって緊張する。
 4. 半月板は関節面の適合性を良好にする。
 5. 膝蓋腱は大腿四頭筋の力を腓骨に伝える。
5. 膝関節屈曲位における筋と下腿への作用との組合せで正しいのはどれか。
 1. 縫工筋———外旋
 2. 半腱様筋———内旋
 3. 膝窩筋———外旋
 4. 大腿二頭筋———内旋
 5. 大腿筋膜張筋———内旋
6. 膝関節屈曲位における各筋の下腿への作用で正しいのはどれか。2つ選べ。
 1. 大腿二頭筋は内旋に働く。
 2. 薄筋は外旋に働く。

3. 半腱様筋は内旋に働く。
4. 縫工筋は内旋に働く。
5. 大腿筋膜張筋は内旋に働く。

MEMO

4

足関節と足部の運動学

月 日

SIDE MEMO

▶内がえし、外がえしにおける運動の組合せ



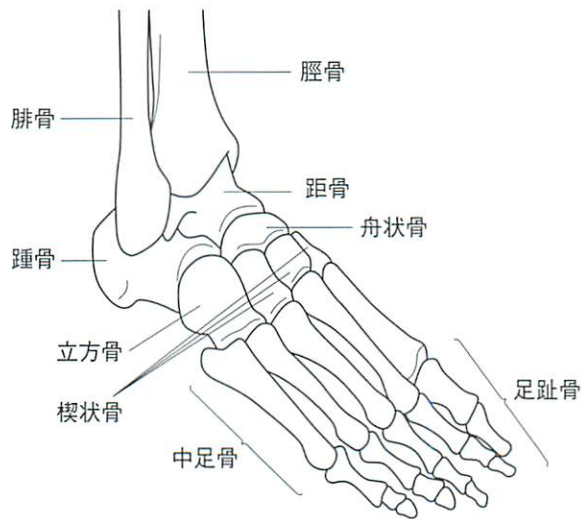
① 足関節と足部の骨と関節

a. 足関節および足部を構成する骨

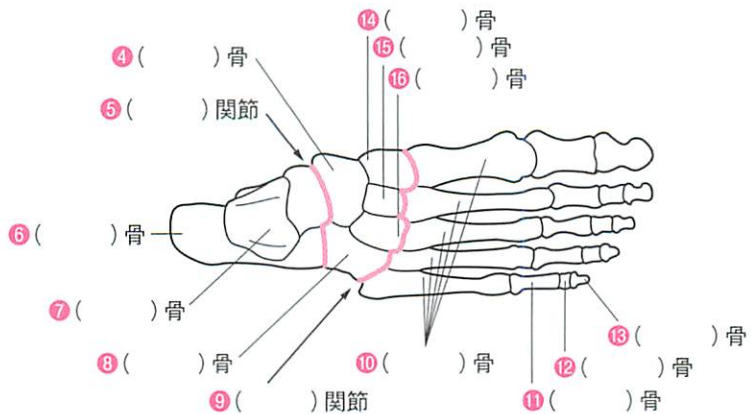
下腿から足部を構成する骨には、下腿部には脛骨と腓骨、後足部には踵骨とその上部に位置する距骨、中足部には舟状骨とその前部の

- ① () 個の楔状骨および外側部の立方骨、前足部には
② () 本の中足骨と③ () 個の趾骨がある。

足関節および足部を構成する骨(右足斜め外側前方から)



足部の骨と関節(右足部背面から)

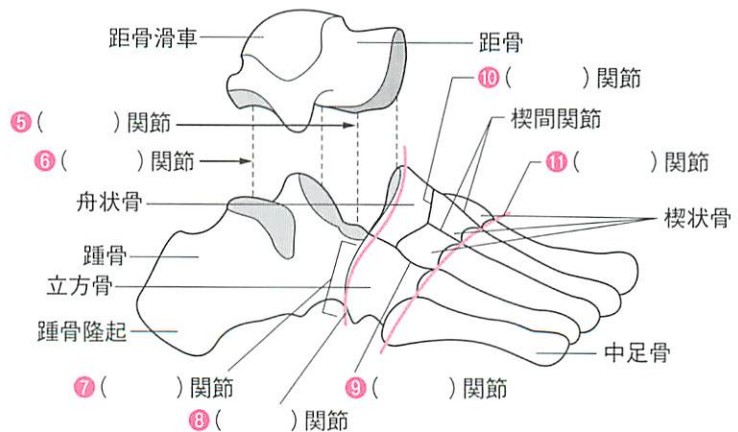


SIDE MEMO

b. 足関節および足部の関節

- ・下腿骨(脛骨と腓骨)と距骨との間の関節→①()関節
- ・距骨と踵骨との間の関節→②() (または距骨下) 関節
- ・踵骨と立方骨との間の関節→を踵立方関節
- ・外側楔状骨と立方骨との間の関節→楔立方関節
- ・距骨と踵骨および舟状骨との間の関節→距踵舟関節
- ・3個の楔状骨と舟状骨との間の関節→楔舟関節
- ・踵立方関節+距舟関節→横足根関節→外科的切断部位として選択されるため別名③() 関節
- ・3個の楔状骨と1個の立方骨ならびに5本の中足骨との間の関節→足根中足関節→外科的切断部位として選択されるため別名④() 関節
- ・中足骨と中足骨との間の関節→中足間関節
- ・中足骨と足趾の基節骨との間の関節→中足趾節関節→足趾MP関節
- ・母趾基節骨と母趾末節骨との間の関節→母趾趾節間関節→母趾IP関節
- ・母趾以外の足趾の基節骨と中節骨との間の関節→近位指節間関節→PIP関節
- ・母趾以外の足趾の中節骨と末節骨との間の関節→遠位指節間関節→DIP関節

足根間関節(右足部外側面から)



解答

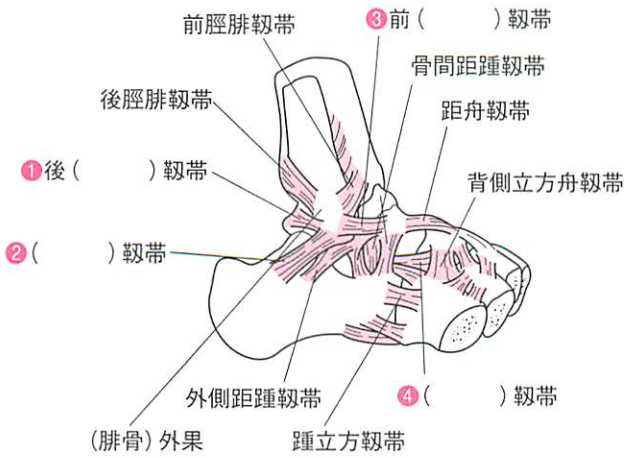
- ① a ① 3 ② 5 ③ 14 ④ 舟状 ⑤ 横足根(ショパール) ⑥ 踵 ⑦ 距 ⑧ 立方
 ⑨ 足根中足(リスフラン) ⑩ 中足 ⑪ 基節 ⑫ 中節 ⑬ 末節 ⑭ 内側(第1)楔状
 ⑮ 中間(第2)楔状 ⑯ 外側(第3)楔状
- ① b ① 距腿 ② 距踵 ③ ショパール ④ リスフラン ⑤ 距舟 ⑥ 距踵(距骨下)
 ⑦ 踵立方 ⑧ 横足根(ショパール) ⑨ 楔立方 ⑩ 楔舟 ⑪ 足根中足(リスフラン)

② 主な関節の特徴

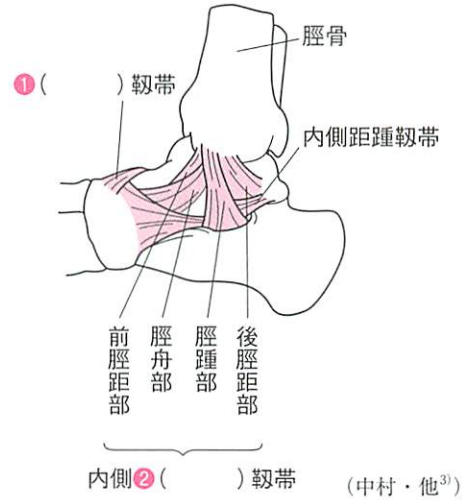
距腿関節	・ 関節頭→① () ・ 関節窩→脛腓天蓋(脛骨と腓骨の下端部にできる台形状のくぼみ) ・ 形態による分類→② () 関節(蝶番関節) ・ 可動方向→背屈および底屈 ・ 靱帯→外側は③ () 靱帯・後距腓靱帯・踵腓靱帯 → 内側は三角靱帯 ・ 背屈位→距骨滑車が脛腓天蓋内に窮屈に陥入するため遊びなし ・ ④ () 位→距骨滑車と脛腓天蓋間に隙間が生じるため遊びあり→不安定化→捻挫の危険あり
距踵関節 (距骨下関節)	・ 距骨と踵骨との間には3カ所の関節→前・中・後距踵関節 ・ 形態による分類→⑤ () 関節 ・ 可動方向→内がえしおよび外がえし ・ 内がえし→足部の回外-内転-底屈 ・ 外がえし→足部の回内-外転-背屈 ・ 靱帯→骨間距踵靱帯・内側距踵靱帯・外側距踵靱帯
横足根関節	・ 踵立方関節+距舟関節 ・ 可動方向→わずかな底背屈・内外転・内がえしおよび外がえし ・ 靱帯→距舟靱帯・二分靱帯・踵立方靱帯・踵舟靱帯・長足底靱帯 ・ 長足底靱帯→足底腱膜とともに縦アーチを形成 ・ 別名⑥ () 関節
足根中足関節	・ 3つの楔状骨と立方骨 ・ 立方骨と第4・5中足骨間の可動性+ ・ 可動方向→滑りが主でわずかな底背屈と内外転 ・ 靱帯→背側・底側・骨間足根中足靱帯 ・ 別名⑦ () 関節

③ 足関節および足部の靱帯

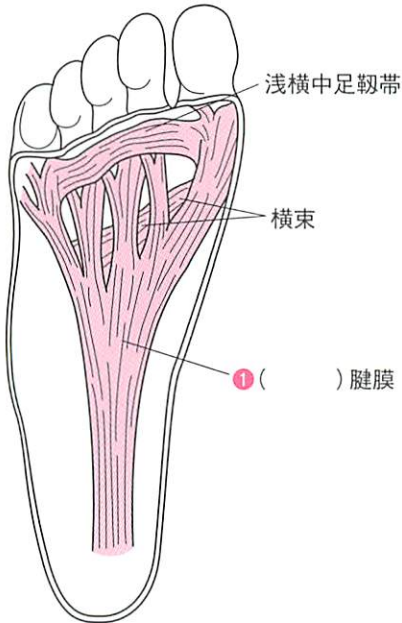
a. 右足部外側面



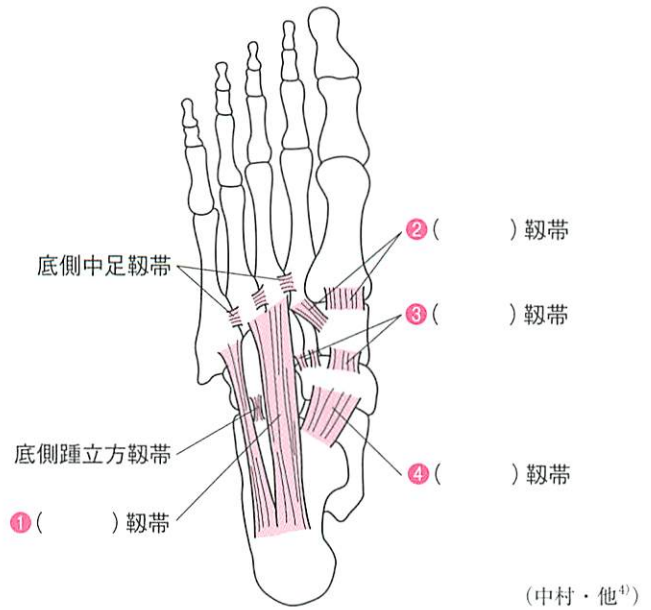
b. 右足部内側面



c. 右足底面表層



d. 右足底面深層

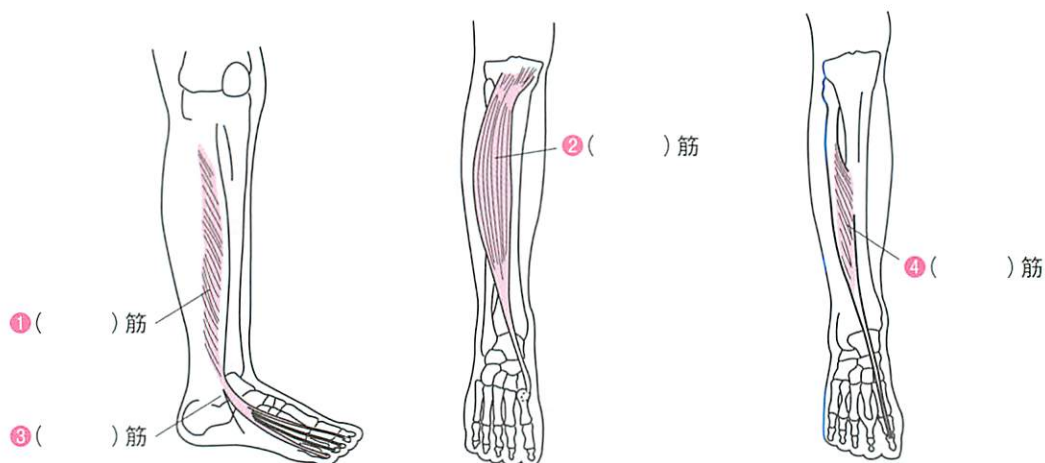


解答

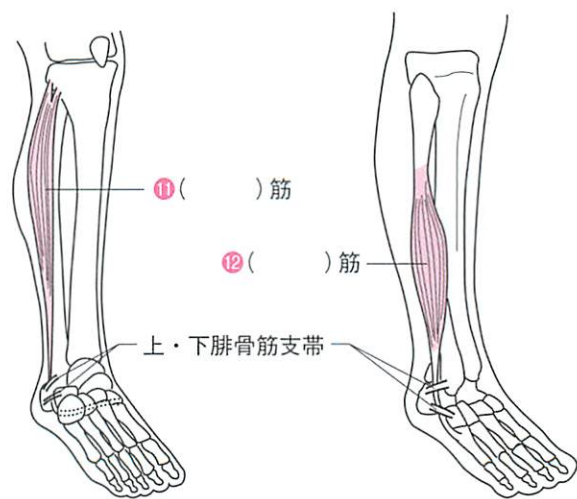
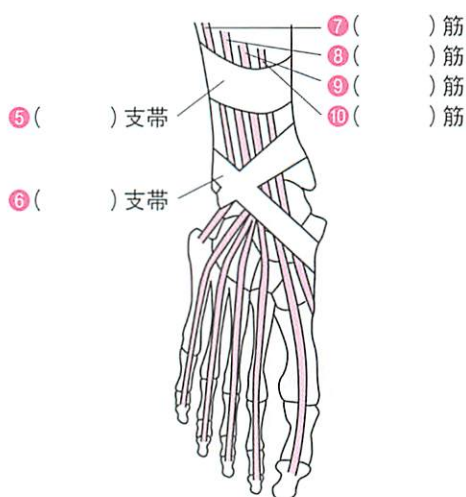
- ③ a ① 距腓 ② 踵腓 ③ 距腓 ④ 二分
 b ① 距舟 ② 三角
 c ① 足底
 d ① 長足底 ② 底側足根 ③ 底側楔舟 ④ 底側踵舟

4 足関節に働く筋

a. 背屈に関わる筋(右足前面から観察)(①筋～⑩筋まで)



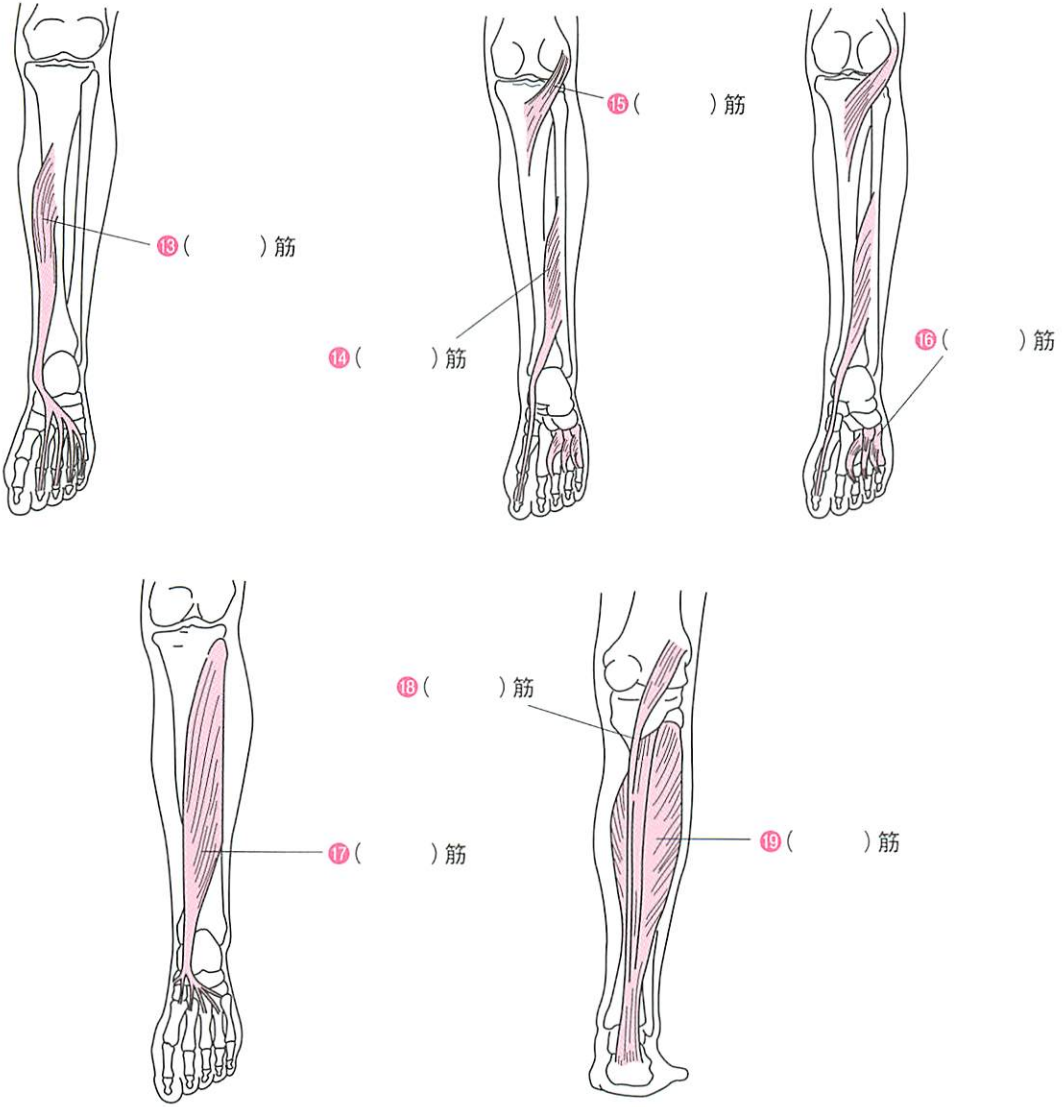
b. 底屈に関わる筋(⑪筋～⑱筋まで)(右足前面から観察)



解答

④ a ① 長趾伸 ② 前脛骨 ③ 第三腓骨 ④ 長母趾伸 ⑤ 上伸筋 ⑥ 下伸筋
⑦ 第三腓骨 ⑧ 長趾伸 ⑨ 長母趾伸 ⑩ 前脛骨 ⑪ 長腓骨 ⑫ 短腓骨

c. 底屈に関わる筋 (⑬筋～⑲筋まで) (右足後面から観察)



解答

④ c ⑬ 長趾屈 ⑭ 長母趾屈 ⑮ 膝窩 ⑯ 底側骨間 ⑰ 後脛骨 ⑱ 足底 ⑲ ヒラメ

SIDE MEMO

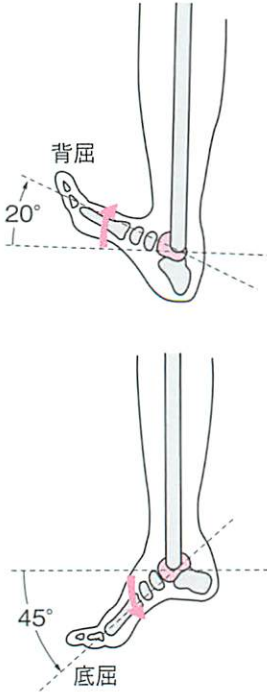
▶足関節の運動範囲

底屈：45° 背屈：20°

外反：20° 内反：30°

外転：10° 内転：20°

▶背屈と底屈



▶足部の運動範囲

外がえし：20°

内がえし：30°

外転：10° 内転：20°

母趾MP関節

屈曲：35° 伸展：60°

母趾IP関節

屈曲：60° 伸展：0°

足趾MP関節

屈曲：35° 伸展：40°

足趾PIP関節

屈曲：35° 伸展：0°

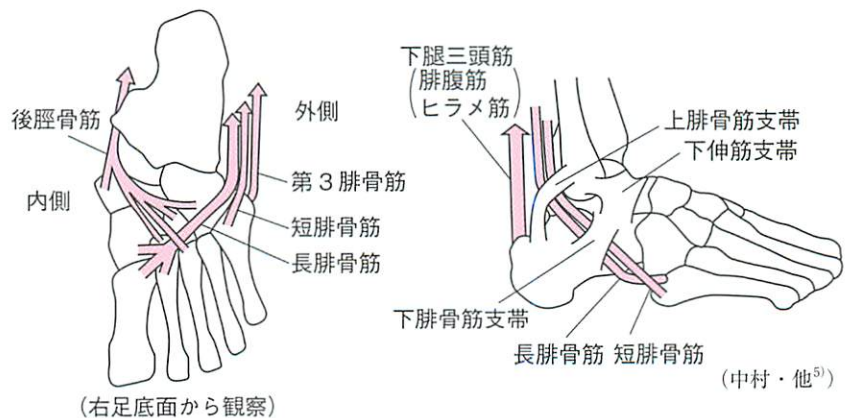
足趾：DIP関節

屈曲：50° 伸展：0°

⑤ 足関節の運動と筋

a. 足関節に作用する筋

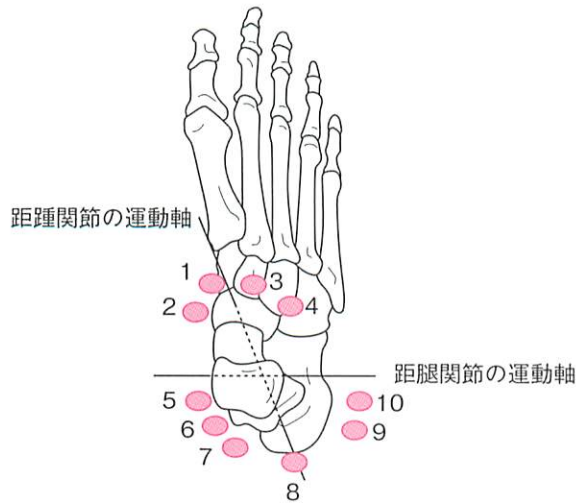
筋名	神経	作用
① () 筋	深腓骨神経	足の背屈, 内反, 下腿の前傾
② () 筋	深腓骨神経	足の背屈, 母趾の伸展, 下腿の前傾
③ () 筋	深腓骨神経	第2~5趾伸展, 足の背屈, 外反, 下腿の前傾
④ () 筋	深腓骨神経	足の背屈, 外転, 外反
長腓骨筋	⑤ () 神経	足の底屈, 外反
短腓骨筋	⑥ () 神経	足の底屈, 外反
⑦ () 筋	脛骨神経	足の底屈, 膝関節屈曲
ヒラメ筋	脛骨神経	足の⑧ ()
足底筋	脛骨神経	足の⑨ ()
⑩ () 筋	脛骨神経	足の底屈, 内転, 内反
⑪ () 筋	脛骨神経	第2~5趾屈曲, 足の底屈, 内反
⑫ () 筋	脛骨神経	母趾屈曲, 足の底屈, 内反



解答

⑤ a ① 前脛骨 ② 長母趾伸 ③ 長趾伸 ④ 第三腓骨 ⑤ 浅腓骨 ⑥ 浅腓骨
⑦ 腓腹 ⑧ 底屈 ⑨ 底屈 ⑩ 後脛骨 ⑪ 長趾屈 ⑫ 長母趾屈

b. 足関節の運動軸と筋の配置との関係



足関節の運動軸と周囲の筋(右足部を背面から)

- ・距腿関節の運動軸より前方に位置する筋は足関節①()に作用する.
- ・距腿関節の運動軸より後方に位置する筋は足関節②()に作用する.
- ・距踵関節の運動軸より内側に位置する筋は③() (= 回外 + 内転) に作用する.
- ・距踵関節の運動軸より外側に位置する筋は④() (= 回内 + 外転) に作用する.

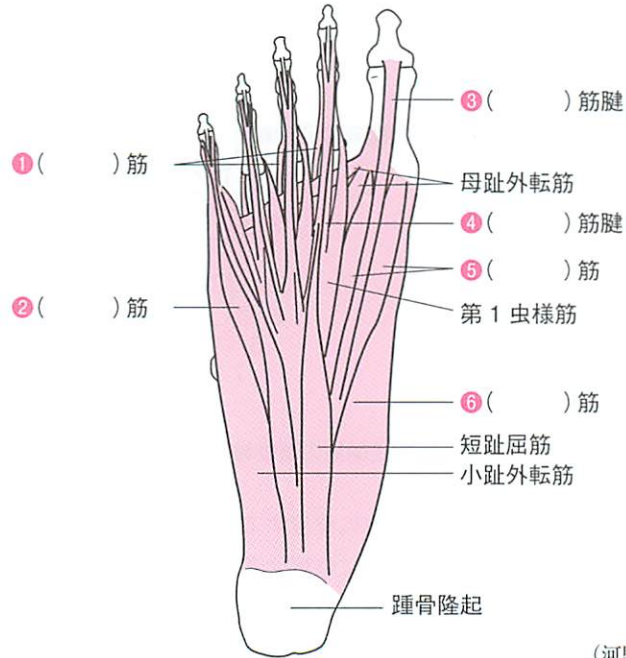
番号	筋名	足関節への作用	支配神経
1	長母趾伸筋	背屈 + 内反	深腓骨神経
2	⑤ ()	背屈 + 内反	⑥ () 神経
3	⑦ ()	背屈 + 外反	深腓骨神経
4	第3腓骨筋	背屈 + 外反	深腓骨神経
5	⑧ ()	底屈 + 内反	脛骨神経
6	長趾屈筋	底屈 + 内反	脛骨神経
7	長母趾屈筋	底屈 + 内反	脛骨神経
8	腓腹筋 + ⑨ ()	底屈	⑩ () 神経
9	短腓骨筋	底屈 + 外反	⑪ () 神経
10	⑫ ()	底屈 + 外反	浅腓骨神経

解答 ⑤ b ① 背屈 ② 底屈 ③ 内反 ④ 外反 ⑤ 前脛骨筋 ⑥ 深腓骨 ⑦ 長趾伸筋
⑧ 後脛骨筋 ⑨ ヒラメ筋 ⑩ 脛骨 ⑪ 浅腓骨 ⑫ 長腓骨筋

SIDE MEMO

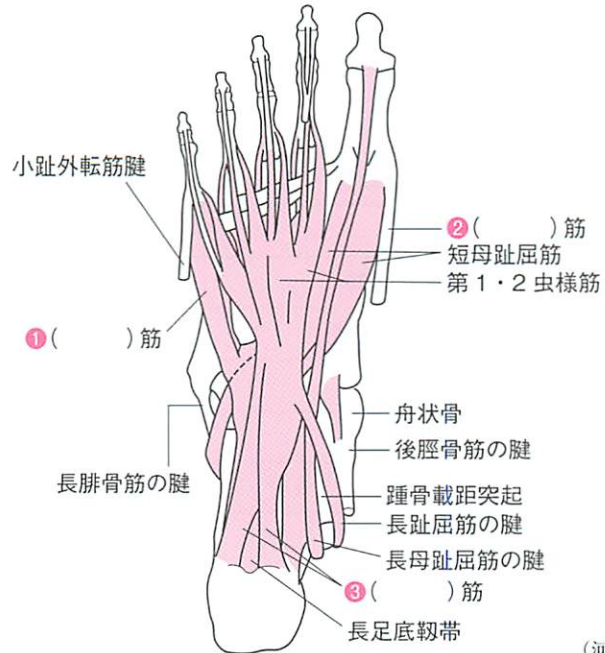
⑥ 足趾に働く筋

a. 足底浅層(右足底部から観察)



(河野・他⁶⁾)

b. 足底深層(右足底部から観察)



(河野・他⁷⁾)

解答

⑥ a ① 背側骨間 ② 短小趾屈 ③ 長母趾屈 ④ 長趾屈 ⑤ 短母趾屈 ⑥ 母趾外転

b ① 短小趾屈 ② 母趾外転 ③ 足底方形

SIDE MEMO

▶足のアーチ(足弓)

足部骨格の全体の配列でつくる上方に隆起した軽い弯曲のこと。力学的に合理的な荷重指示に役立つ。アーチ形成により足底にかかる体重は分散されて床に伝達される。

内側縦アーチ、外側縦アーチ、横アーチの3種類ある。

高さは内側縦アーチの方が外側縦アーチより高い。

出生時には低く未完成であるが、成長とともに活発な筋活動と体重増加に対する抗重力作用として高さを増して完成する。

▶Böhler (ペーラー) 角

踵骨隆起から後距踵関節面を結んだ線と前距骨関節面から後距骨関節面を結んだ線との間で、正常は $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 。

踵骨骨折時にこの角度が減少するとされる。

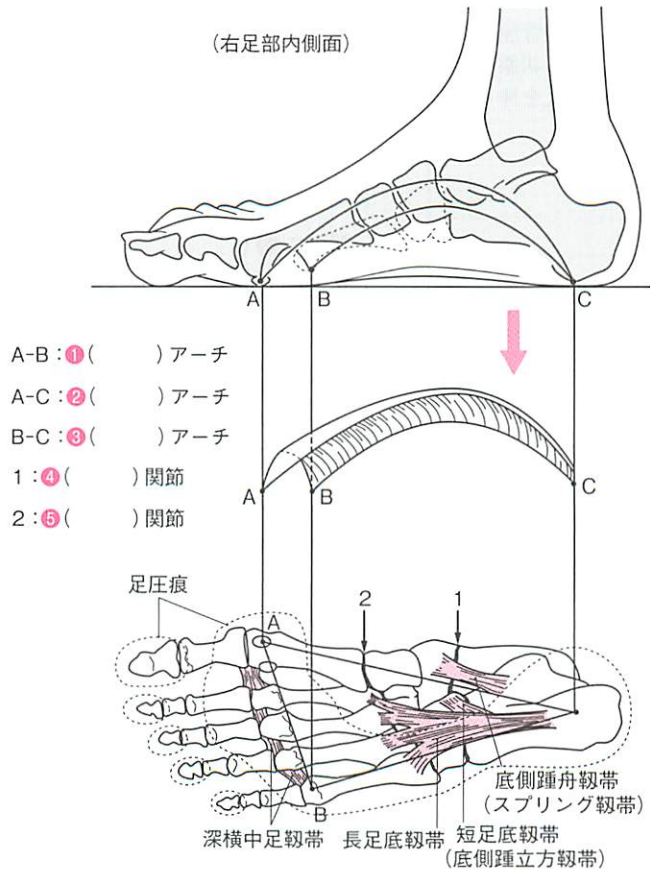


(踵骨側面図)

⑦ 足趾の運動と筋

屈曲	足趾を曲げる	① () 筋, 長母趾屈筋, 短趾屈筋, ② () 筋, 骨間筋, 短母趾屈筋, 小趾屈筋
伸展	足趾を伸ばす	③ () 筋, ④ () 筋, 短趾伸筋
外転	足趾を第2趾から遠ざける	⑤ () 筋, ⑥ () 筋, ⑦ () 側骨間筋
内転	足趾を第2趾に近づける	母趾内転筋, ⑧ () 側骨間筋

⑧ 足のアーチの構造



(右足底面から観察)

(河野・他⁸⁾)

解答

⑦ ① 長趾屈 ② 虫様(①・②順不同) ③ 長趾伸 ④ 長母趾伸(③・④順不同)
⑤ 母趾外転 ⑥ 小趾外転(⑤・⑥順不同) ⑦ 背 ⑧ 底

⑧ ① 横 ② 内側縦 ③ 外側縦 ④ ショパール(横足根) ⑤ リスフラン(足根中足)

SIDE MEMO

▶足部の変形

- ①尖足：足関節が底屈位に固定された状態の変形。
 ②内反尖足：足部が内がえし位に固定されている状態の変形。
 ③外反足：足部が外がえし位に固定されている状態の変形。
 ④凹足：足部の縦アーチが極端に強くなった状態の変形。
 ⑤扁平足：内側縦アーチが扁平化した状態の変形で、足底全体が接地する。
 ⑥踵足：足関節が背屈位で固定されている状態の変形で多くは外反を伴っている。

⑨ 足のアーチの特徴

a. 内側縦アーチ

- ・①()を形成。
- ・歩行運動と密接な関係をもつ。
- ・骨：②()骨—③()骨—舟状骨—第1～3④()骨—第1～3中足骨
- 接地部分：⑤()骨隆起底側部、第1中足骨の種子骨
- アーチの頂点：⑥()骨
- ・靭帯：⑦()靭帯、距踵靭帯、⑧()靭帯、足根中足靭帯
- ・筋：⑨()筋、⑩()筋、長母趾屈筋、⑪()筋、母趾外転筋

b. 外側縦アーチ

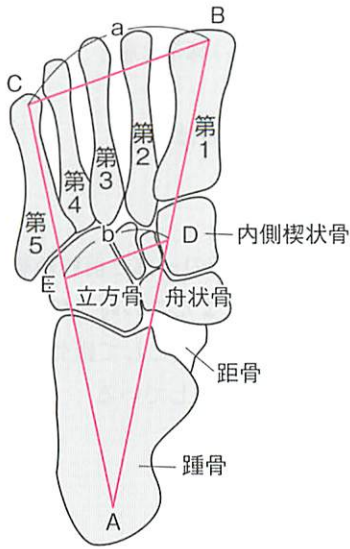
- ・足の⑫()と密接な関係をもつ。
- ・骨：⑬()骨—⑭()骨—第4、5中足骨
- 接地部分：皮膚を含めた⑮()組織で全長にわたって接地
- アーチの頂点：⑯()関節部
- ・靭帯：⑰()靭帯、踵立方靭帯、足根中足靭帯
- ・筋：⑱()筋、短腓骨筋、小趾外転筋

c. 横アーチ

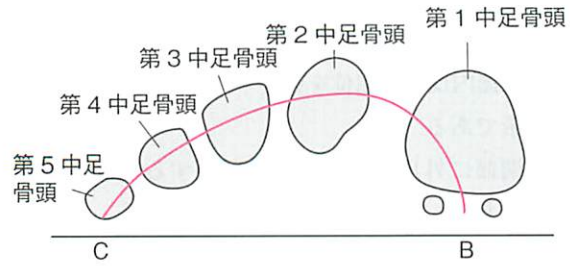
- ・内側縦アーチと外側縦アーチの間のできるもの
- 1. 第1中足骨頭(種子骨)—第2～5中足骨頭
アーチの頂点：⑲()骨頭
靭帯：深横中足靭帯 筋：母指内転筋横頭
- 2. 内側楔状骨—中間楔上骨—外側楔状骨—⑳()骨
アーチの頂点：㉑()骨
靭帯：㉒()靭帯、㉓()靭帯
筋：㉔()筋

解答

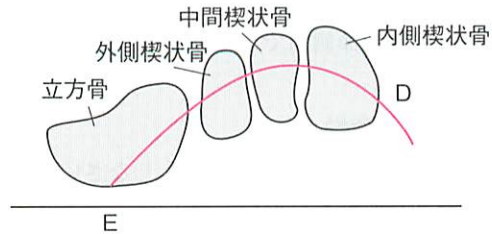
- ⑨ a ① 土踏まず ② 踵 ③ 距 ④ 楔状 ⑤ 踵 ⑥ 舟状 ⑦ 底側踵舟
 ⑧ 楔舟(⑦・⑧順不同) ⑨ 後脛骨 ⑩ 前脛骨 ⑪ 長趾屈(⑨～⑪順不同)
 b ⑫ バランス ⑬ 踵 ⑭ 立方 ⑮ 軟部 ⑯ 踵立方 ⑰ 長足底 ⑱ 長腓骨
 c ⑲ 第2中足 ⑳ 立方 ㉑ 中間楔状 ㉒ 楔間 ㉓ 楔立方(㉒～㉓順不同) ㉔ 長腓骨



(右足底面から観察)



a: 第1中足骨頭レベルの横アーチ
(右足部前方から観察)



b: 内側楔状骨レベルの横アーチ
(右足部前方から観察)

(中村・他⁹⁾, 一部改変)

基礎問題

1. 足関節および足部の関節を構成する骨

次の関節を構成する骨を線で結びなさい(複数解答もあり).

① 距腿関節・

・ a. 脛骨

・ b. 腓骨

・ c. 距骨

・ d. 踵骨

② 距踵関節(距骨下関節)・

・ e. 舟状骨

・ f. 立方骨

・ g. 内側楔状骨

・ h. 中間楔状骨

・ i. 外側楔状骨

③ ショパール関節・

・ j. 第一中足骨

・ k. 第二中足骨

・ l. 第三中足骨

・ m. 第四中足骨

④ リスフラン関節・

・ n. 第五中足骨

2. 足関節の靭帯

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

- ・足関節内反・底屈位を強要すると緊張する靭帯は主に①()靭帯と②()靭帯である。
- ・足関節に外反を強要すると緊張する靭帯のうち、最も表層にあるものは③()靭帯である。
- ・腓骨と脛骨を連結している靭帯は④()靭帯である。
- ・つま先立ち位の際に緊張している靭帯は、足部内側面では三角靭帯の一部と前脛距靭帯で、外側面では⑤()靭帯、⑥()靭帯である。またこの時、腓骨に起始する底屈筋群は外果を⑦()、外旋させることにより、結果として距骨滑車を脛骨、腓骨関節側面より強く挟むことにより距腿関節の安定化を作り出している。

3. 足関節の運動学

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

- ・内がえし運動とは底屈、①()、内転が同時に起きる運動をいう。
- ・外がえし運動とは②()、③()、外転運動の組み合わせをいう。この運動に関与する筋は長趾伸筋、④()筋、長・短腓骨筋である。
- ・足関節唯一の外反筋の支配神経は⑤()神経である。
- ・距腿関節前方に位置し、背屈筋群の腱を安定化させている靭帯を⑥()という。
- ・浅腓骨神経に支配される長腓骨筋と短腓骨筋は同じ腓骨体から起こり、腓骨外果後方の⑦()溝を滑走し、前者は第一、二⑧()骨と第一⑨()骨に停止し、後者は第五中足底に停止する。
- ・深腓骨神経が支配する筋は⑩()作用があるため、この神経が完全麻痺すると⑪()足になる。
- ・足関節背屈筋と底屈筋の支配神経の主な神経根は背屈筋がL⑫()～S1、底屈筋はL5～S⑬()ということを知っていれば臨床診断学的に有効である。
- ・主に第1～2仙髄より起こる⑭()神経に支配される⑮()筋、長趾屈筋、長母趾屈筋は脛骨内果後方を迂回し、踵溝(または距溝)の内側部から前下方に向かう。長趾屈筋と長母趾屈筋は強力な指屈作用と同時に、⑯()関節の内がえし作用を有す。

4. 足関節の運動に関与する筋

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

底屈	つま先立つ 背伸びをする	①()筋, ヒラメ筋, ②()腓骨筋, 短腓骨筋, 後脛骨筋, 長趾屈筋, 長母趾屈筋, 足底筋
背屈	足背を下腿に 近づける	③()脛骨筋, ④()趾伸筋, 第三腓骨筋, 長母趾伸筋
内がえし	足底を内方に 向ける	⑤()脛骨筋, 長趾屈筋, 前脛骨筋, 長母趾屈筋
外がえし	足底を外方に 向ける	⑥()腓骨筋, ⑦()腓骨筋, ⑧()腓骨筋

5. 足のアーチ

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

- ・足部内側アーチを構成している骨で距骨の直前にあるものは①()骨である。
- ・足部外側アーチを構成している骨で踵骨の直前にあるものは②()骨である。
- ・③()は足部における内側アーチと外側アーチの交差する位置にあり, 足底全体に体重分散する上でたいへん重要な位置を担う足根骨である。
- ・足部の外側アーチを構成するものは踵骨, ④()骨, 第5中足骨である。

6. 足の変形

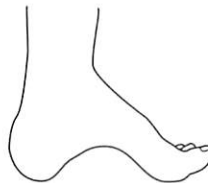
次の()の中に足の変形の名称を記入しなさい。



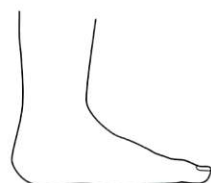
①()足



②()足



③()足



④()足



⑤()足



⑥()足

演習問題

1. 立方骨に接していないのはどれか。
 1. 踵骨
 2. 舟状骨
 3. 第1楔状骨
 4. 第4中足骨
 5. 第5中足骨

2. 足について正しいのはどれか。
 1. 距腿関節の運動軸は膝軸に対して内捻 $5\sim 15^{\circ}$ である。
 2. 舟状骨は外側縦アーチを構成している。
 3. 背屈運動により果間距離は拡大する。
 4. Lisfranc 関節では内外旋が生じる。
 5. Böhler 角は $40\sim 50^{\circ}$ である。

3. 足部の関節について正しいのはどれか。
 1. 中足間関節は縦アーチを形成する。
 2. 横足根関節は横アーチを形成する。
 3. 足根中足関節では回内外が起こる。
 4. 距骨下関節では内がえしが起こる。
 5. 距腿関節は背屈位で関節の遊びが大きくなる。

4. 筋が付着していないのはどれか。
 1. 内側楔状骨
 2. 舟状骨
 3. 立方骨
 4. 距骨
 5. 踵骨

5. 足関節の背屈を起こす筋はどれか。2つ選べ。
 1. 前脛骨筋
 2. 長腓骨筋
 3. 後脛骨筋
 4. 長趾屈筋
 5. 第三腓骨筋

6. 足部の運動で正しいのはどれか。
 1. 外がえしには長母趾伸筋が関与する。
 2. 後脛骨筋は立位で内側縦アーチの維持に働く。
 3. 距腿関節では足関節背屈位で内外転が可能である。
 4. 内がえしの運動は第2趾の長軸を中心として生じる。
 5. 踵腓靭帯は距骨下関節における外がえしを制限する。

4

第4章 体幹の運動学

1 体幹の解剖・運動学……166

2 頸部の運動学……171

3 胸部の運動学……178

4 腰部・骨盤の運動学……184

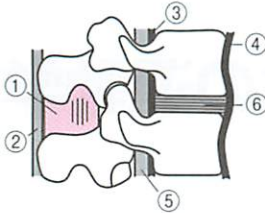
1

体幹の解剖・運動学

月 日

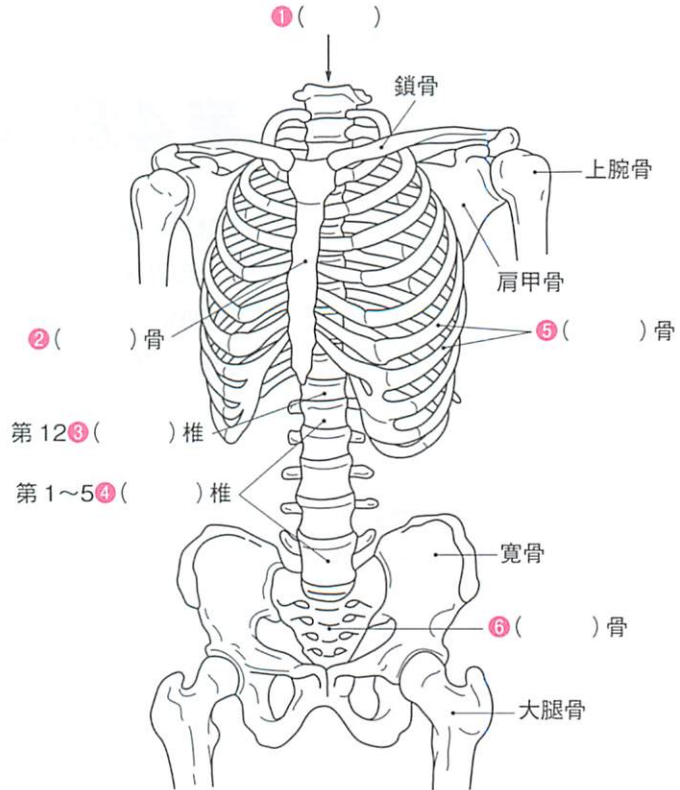
SIDE MEMO

▶ 椎骨の連結



- ① 棘間靱帯 ⑤ 脊髄
- ② 棘上靱帯 ⑥ 椎間円板
- ③ 後縦靱帯
- ④ 前縦靱帯

① 体幹を構成する骨格 (前面)

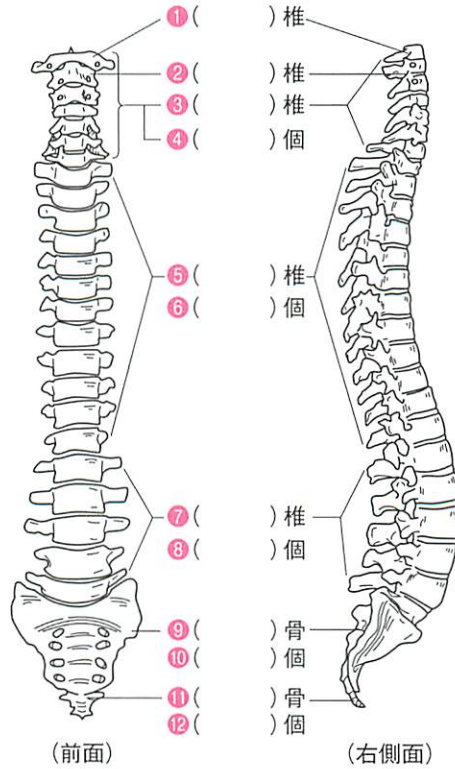


- ・ 体幹を構成する骨：脊柱・⑦ () ・ 胸骨である (この場合頸椎を除く場合がある)。
- ・ 脊柱：⑧ () ・ 胸椎・腰椎・仙骨・尾骨よりなる。
- ・ 胸郭：⑨ () 対の肋骨と肋軟骨・⑩ () ・ 胸椎より形成される。
- ・ 胸郭内の臓器：⑪ () と肺。下方には⑫ () がテント状に位置し胸腔と腹腔とを隔てる。
- ・ 仙骨：左右の寛骨と⑬ () 関節を介して連結して⑭ () を形成する。
- ・ 仙骨：⑮ () 個の仙椎が骨癒合して形成される。

解答 ① ① 脊柱 ② 胸 ③ 胸 ④ 腰 ⑤ 肋 ⑥ 仙 ⑦ 肋骨 ⑧ 頸椎
⑨ 12 ⑩ 胸骨 ⑪ 心臓 ⑫ 横隔膜 ⑬ 仙腸 ⑭ 骨盤 ⑮ 5

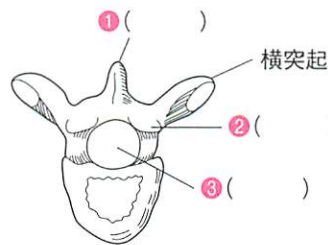
SIDE MEMO

② 脊柱

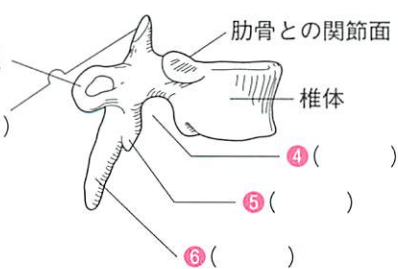


③ 椎骨

a. 胸椎 (上面)



b. 胸椎 (右側面)



解答

② ① 環 (第1頸) ② 軸 (第2頸) ③ 頸 ④ 7 ⑤ 胸 ⑥ 12 ⑦ 腰 ⑧ 5 ⑨ 仙
⑩ 1 ⑪ 尾 ⑫ 1

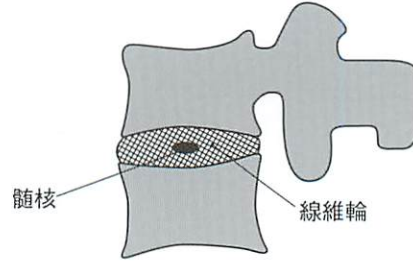
③ a ① 棘突起 ② 上関節突起 ③ 椎孔

b ④ 下椎切痕 ⑤ 下関節突起 ⑥ 棘突起

SIDE MEMO

④ 椎間円板

椎間円板は髄核とそれを取り囲む線維輪とで構成される。



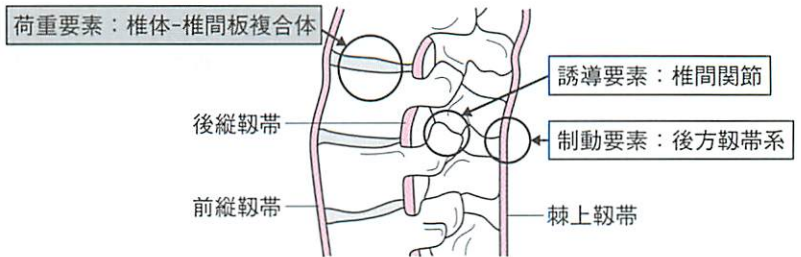
a. 椎間円板の機能

- ・ 上下椎体の① () 作用
- ・ 脊柱の② () 性作用
- ・ 体重圧の③ () 作用

b. 髄核の動き

- ・ 椎骨間の動きが屈曲の場合は① () 方へ移動し、伸展の場合は② () 方へ移動する。
- ・ 椎骨間の動きが右側屈の場合は③ () 側方へ移動し、左側屈の場合は④ () 側方へ移動する。
- ・ 椎骨間に⑤ () が起こると、線維輪の緊張で髄核は圧迫を受ける。

⑤ ユニットの役割



a. 前方ユニット

椎体-椎間板複合体で体重の① () の役割を担う。この部位はあらゆる方向に動く万能関節 (universal joint) である。

解答

④ a ① 連結 ② 可動 ③ 緩衝 b ① 後 ② 前 ③ 左 ④ 右 ⑤ 回旋

⑤ a ① 支持

SIDE MEMO

b. 後方ユニット

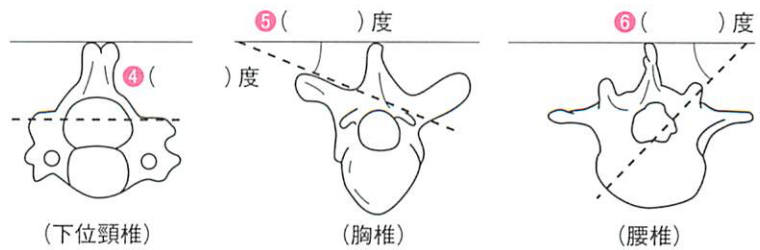
- ・椎間関節部は主に椎骨間の可動①()を決定する役割を担う。
- ・靱帯群である棘間靱帯や棘上靱帯などの靱帯は動きの②()の役割を担う。

⑥ 椎間関節の関節面の方向

a. 水平面に対する関節面の方向



b. 前額面に対する関節面の方向



⑦ 脊柱の可動性

	頸椎	胸椎	腰椎	脊柱全体
前屈	45~50°	30~35°	40~50°	140°
後屈	75~80°	20~25°	15~20°	100°
※側屈	30~35°	20~25°	20°	75°
※回旋	65~75°	30~35°	5~7°	100°

※左右それぞれの値。

解答 ⑤ b ① 方向 ② 制動

⑥ a ① 45 ② 60 ③ 90

b ④ 0 ⑤ 20 ⑥ 45

基礎問題

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

- ・成人の脊柱は頸椎①()個、胸椎②()個、腰椎③()個、仙骨1個、尾骨1個の合計26個の④()で構成される。脊柱全体は矢状面からみると⑤()状の弯曲を呈し、特に頸椎と⑥()部は前方に凸となる⑦()を示す。
- ・胸郭は12個の胸椎と12対の肋骨および前方の1個の⑧()で形成され、その中には心臓や⑨()といった生命に直結する臓器を取めている。
- ・仙骨は⑩()個の仙椎が骨癒合したもので、左右の⑪()と仙腸関節を介して一体となり⑫()を形成する。
- ・後頭骨から仙骨間で、椎体の後面を上下方向に走行する⑬()靱帯は可動性確保のため腰椎部の下部ではその幅が狭くかつ薄くなっている。
- ・脊柱管は椎体後方の⑭()の重なりにより形成されるが、その管内にある⑮()は成人では第⑯()腰椎の高さで終わる。
- ・脊髄からの枝である脊髄神経は椎間関節の前方に形成される⑰()から外に出ていく。
- ・椎体同士を連結する椎間板は楕円形の円柱の形態をしており、中心に位置する⑱()とそれを取り囲む⑲()によって構成されている。⑳()はゼラチン様の柔らかい様態を示し、その80%は㉑()である。

演習問題

1. 椎間板について誤っているものはどれか。
 1. 線維軟骨からできている。
 2. 周囲部の線維輪は結合組織線維束からできている。
 3. 線維輪には多数の軟骨細胞が含まれている。
 4. 髄核は胎生期に脊索をなした部分である。
 5. 髄核は膠様組織からなっている。
2. 脊柱の靱帯で誤っているのはどれか。2つ選べ。
 1. 前縦靱帯は椎体の前面を覆う。
 2. 後縦靱帯は脊柱管の後壁を覆う。
 3. 棘上靱帯は椎骨横突起間を連結する。
 4. 棘間靱帯は上下の棘突起間を連結する。
 5. 黄色靱帯は上下の椎弓間を連結する。
3. 脊柱の屈曲を制限しない靱帯はどれか。
 1. 項靱帯
 2. 後縦靱帯
 3. 前縦靱帯
 4. 黄色靱帯
 5. 棘間靱帯

2

頸部の運動学

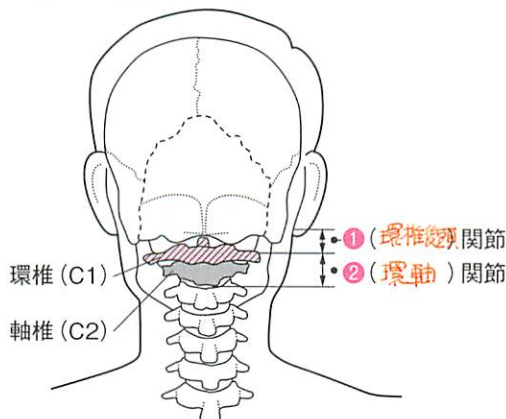
月 日

SIDE MEMO

- ・第1頸椎＝環椎：椎体がなく椎孔が最も大きく水平面からみて輪っか状（＝環状）に見えることからこの名がついた。
- ・第2頸椎＝軸椎：この椎骨の最大の特徴は歯突起の存在であり、この歯突起を軸に頭部の回旋が生じることからこの名がついた。
- ・第7頸椎＝隆椎：頸部を最大に前屈させると正中線上の首の後ろの付け根付近に隆起した所を確認できるが、これが第7頸椎の棘突起によることからこの名がついた。

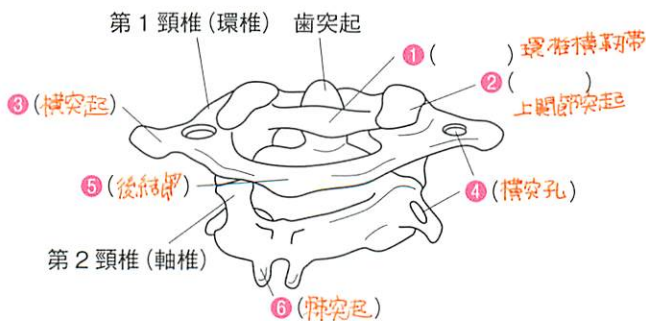
① 頸椎の概要

a. 後頭骨と頸椎の連結（後方より）



※頸椎の回旋可動域の半分は②関節が担う。

b. 環椎と軸椎の連結（右後方より）



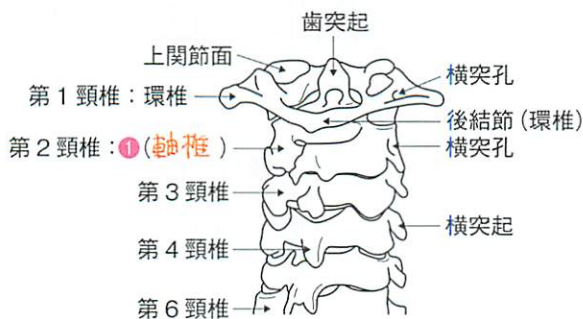
解答

① a ① 環椎後頭 ② 環軸

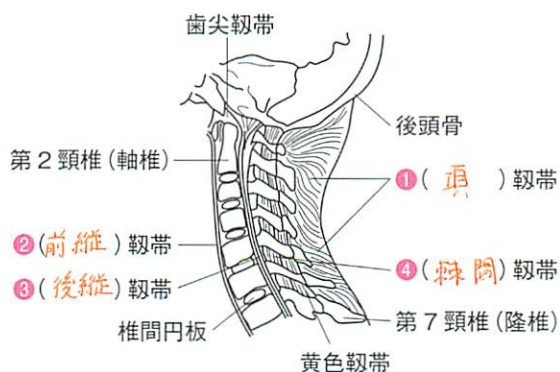
b ① 環椎横靱帯 ② 上関節突起 ③ 横突起 ④ 横突孔 ⑤ 後結節 ⑥ 棘突起

SIDE MEMO

c. 右斜め後方からみた頸椎全体

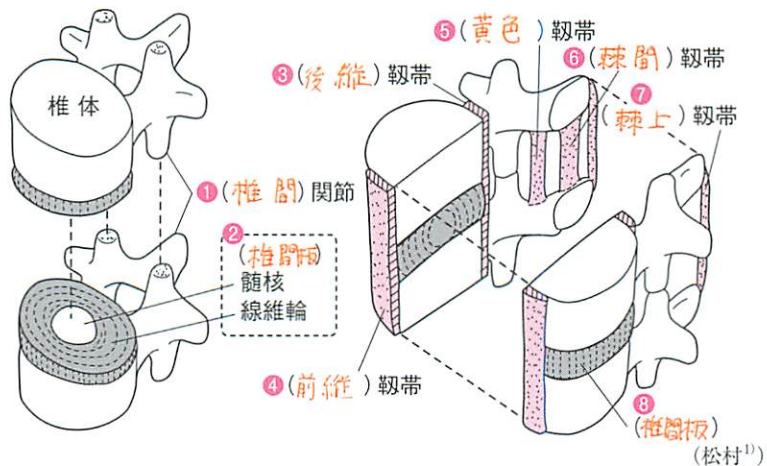


d. 矢状面からみた頸椎全体



② 頸椎の連結と運動

a. 頸椎の連結



解答 ① c ① 軸椎

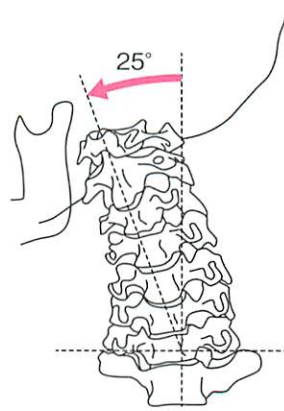
d ① 項 ② 前縦 ③ 後縦 ④ 棘間

② a ① 椎間 ② 椎間(円)板 ③ 後縦 ④ 前縦 ⑤ 黄色 ⑥ 棘間 ⑦ 棘上

⑧ 椎間(円)板

SIDE MEMO

b. 頸椎の運動



頸部の最大右回旋時の頸椎側屈

- ・上位頸椎：第1頸椎から第①(2)頸椎までをいう。
- ・下位頸椎：第②(3)頸椎から第7頸椎までをいう。
- ・椎間関節面の向きが椎骨間の運動③(方向)を決定する。
- ・下位頸椎部では矢状面からみて椎体上面に対して椎間関節面は④(45)°の傾斜をもって上後方を向いているので、右回旋には⑤(右)側屈が伴うとも言えるし、右側屈には⑥(右)回旋が伴うとも言える。すなわち同側への回旋と側屈が⑦(同時)に生じる。
- ・頭部を側屈させることなく純粹に右回旋のみの動きができるのは、下位頸椎部で右回旋と同時に生じた⑧(右)側屈の動きを、上位頸椎部で同程度の⑨(左)側屈の動きをすることで打ち消している。
- ・頭頸部全体の可動域を表に示す

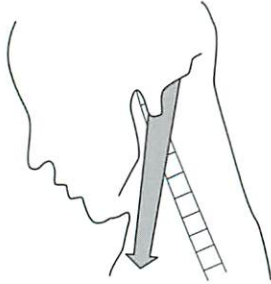
屈曲(前屈)	伸展(後屈)	回旋	側屈
45~50°	75~80°	左右各65~75°	左右各30~35°

- ・回旋可動域の約半分は⑩(環軸)関節が担う。

SIDE MEMO

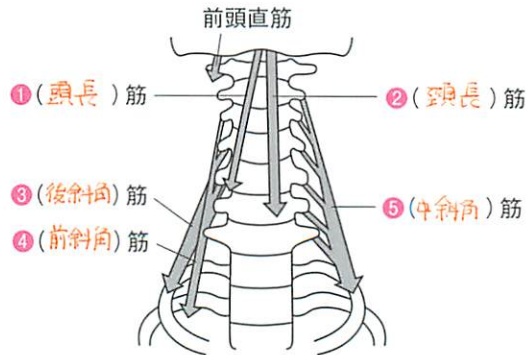
▶胸鎖乳突筋

頭部の屈曲、伸展いずれにも作用する筋。



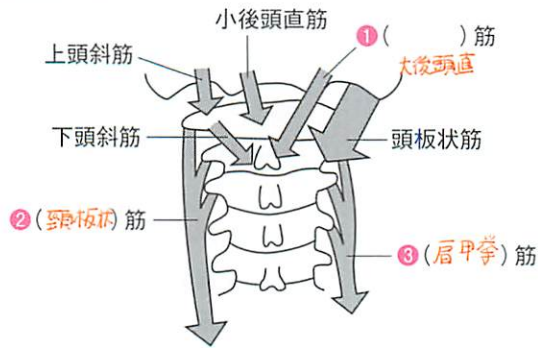
③ 頸部の筋

a. 頸部の屈曲(前面)



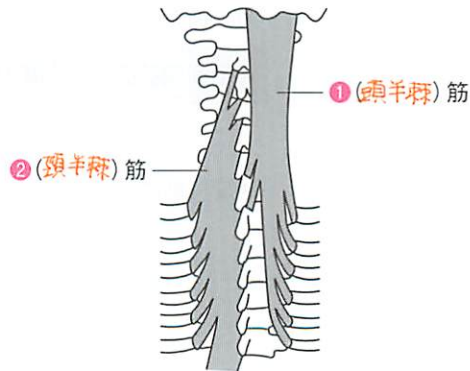
(中村・他²⁾)

b. 頸部の伸筋後面①



(中村・他³⁾)

c. 頸部の伸筋後面②



(中村・他⁴⁾)

解答 ③ a ① 頭長 ② 頸長 ③ 後斜角 ④ 前斜角 ⑤ 中斜角

b ① 大後頭直 ② 頸板状 ③ 肩甲挙

c ① 頭半棘 ② 頸半棘

SIDE MEMO

④ 頭・頸部の運動と筋

運動方向	関与する筋
屈 曲	① (胸鎖乳突筋)・椎前筋群・舌骨筋群・斜角筋群
伸 展	② (板状筋) 群・脊柱起立筋群・後頭下筋群などの短背筋群・① (胸鎖乳突筋)
側 屈	同側の椎前筋群・斜角筋群・① (胸鎖乳突筋)・② (板状筋) 群・後頭下筋群などの短背筋群・脊柱起立筋群・肩甲挙筋
同側回旋	② (板状筋) 群・後頭下筋群・脊柱起立筋群
対側回旋	① (胸鎖乳突筋)・短背筋群

解答 ④ ① 胸鎖乳突筋 ② 板状筋

基礎問題

頸部の運動学

次の文が正しければ文頭の()に○、誤っていれば誤りの箇所の下線を引きその修正を文末の()の中に記入しなさい。

- ① () 環軸関節には正中環軸関節と外側環軸関節とがある。()
- ② () 歯突起を環椎前弓後面に押しつけているのは環椎縦靱帯である。()
- ③ () ルシュカ関節は椎体の側方へのズレを防いでいる。()
- ④ () 頸椎部で最も回旋可動域の大きい関節は環椎後頭関節である。()
- ⑤ () 下位頸椎部では回旋時には反対側への側屈が同時に生じる。()
- ⑥ () 頸部では棘上靱帯のことを項靱帯といい伸展方向の制限因子である。()
- ⑦ () 横突孔内を内頸動脈が上行していく。()
- ⑧ () 頸長筋は椎前筋群に属し頸椎の伸展に作用する。()
- ⑨ () 右の胸鎖乳突筋が働けば頭頸部は右へと側屈と左への回旋が生じる。()
- ⑩ () 後頭筋群は大・小後頭直筋および上・下頭斜筋から構成され、一側の筋群の作用で頭部の同側への側屈と回旋が生じる。()

演習問題

1. 頸椎で誤っているのはどれか。
 1. 第7頸椎棘突起は体表から容易に触知できる。
 2. 椎骨動脈が横突孔に入るのは第6頸椎からである。
 3. 環椎横靱帯は軸椎歯突起に対して固定作用をもつ。
 4. 頸椎には生理的前弯がある。
 5. 頸部の脊柱管は頸部伸展で拡大する。
2. 頸椎の特徴について正しいものはどれか。
 1. 第1-6頸椎の横突起には横突孔がある。
 2. 椎孔は円形である。
 3. すべての頸椎の棘突起の先端は2分岐性である。
 4. 棘突起は、椎弓の後面正中中部から後上方に向かって出ている。
 5. 椎間関節面は矢状面と一致する。
3. 頸椎の回旋運動に最も関与する関節はどれか。
 1. C₁-C₂ 関節
 2. C₂-C₃ 関節
 3. C₄-C₅ 関節
 4. C₅-C₆ 関節
 5. C₆-C₇ 関節
4. 頭頸部を右側に回旋させる筋はどれか。
 1. 右板状筋群
 2. 右僧帽筋
 3. 右斜角筋群
 4. 右胸鎖乳突筋
 5. 右肩甲挙筋
5. 脊柱について誤っているものはどれか。
 1. 環椎後頭関節は屈曲伸展運動を行う。
 2. 環軸関節は大きな回旋運動を行う。
 3. 黄色靱帯は隣接する椎弓を連結している。
 4. 脊柱の運動時に椎間板内の髄核の位置は一定である。
 5. 脊柱の前後方向の彎曲は立位姿勢と密接な関係がある。

6. 脊柱の靱帯について誤っているものはどれか。2つ選べ。
1. 前縦靱帯は椎間円板との結合が強固である。
 2. 後縦靱帯は椎間円板との結合が緩い。
 3. 黄色靱帯は多量の弾性線維を含んでいるので黄色を呈している。
 4. 棘上靱帯は項靱帯の後方に続き、第7頸椎以下の棘突起尖端の表面を走る。
 5. 棘間靱帯は棘突起間に張る薄い靱帯である。
7. 誤っているのはどれか。
1. 頸椎回旋は主として環軸関節で起こる。
 2. 右斜角筋収縮は頭部の右回旋を起こす。
 3. 右胸鎖乳突筋収縮は頭部の右回旋を起こす。
 4. 胸郭下部では横径方向の運動が起こる。
 5. 外肋間筋収縮は肋骨挙上を起こす。

MEMO

3

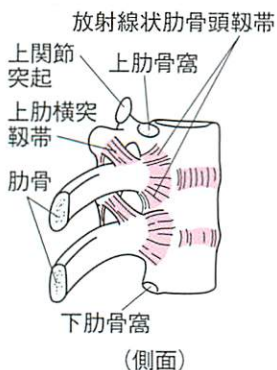
胸部の運動学

月 日

SIDE MEMO

▶ 胸椎椎間関節の連結

- ・ 屈伸運動の制限
- ・ 回旋運動有利



① 胸郭

・ 胸郭：① (12) 個の胸椎，12対の② (肋骨)，1個の③ (胸骨) で構成。

・ 胸郭の役割：心臓や④ (肺) を保護し，主として⑤ (呼吸) 運動に関与。

・ 胸腔：胸郭内の空間を指している。

・ 胸椎：矢状面からみると⑥ (後) 弯している。椎間関節面の向きからみて屈伸ならびに側屈方向への可動域より回旋可動域の方が⑦ (大) い。

・ 肋骨：上位7対を⑧ (真肋) といい，⑨ (肋軟骨) を介して胸骨に連結する。下位5対を⑩ (仮肋) といい，胸骨に直接連結することなくすぐ上の肋骨に連結する。

⑩ (仮肋) のうち第11-12肋骨は末端が遊離しているので，遊離肋または⑪ (浮遊) 肋という。

・ 胸骨：典型的な扁平骨で上から⑫ (胸骨柄)，胸骨体，剣状突起の3部構成。

② 胸郭呼吸運動

a. 関節

- 肋椎関節 — ① (肋骨頭) 関節…肋骨頭と胸椎椎体の肋骨窩との間の関節
- ② (肋横突) 関節…肋骨結節と胸椎横突起との間の関節

b. 胸郭の動き

・ 前後方向への拡大：① (上) 位肋骨の挙上

→ 胸郭② (前後) 径の増大

・ 左右方向への拡大：③ (下) 位肋骨の挙上

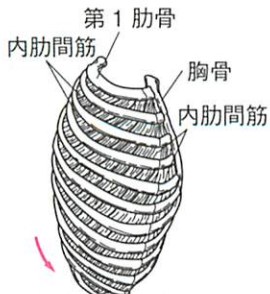
→ 胸郭④ (左右) 径の増大

解答

① ① 12 ② 肋骨 ③ 胸骨 ④ 肺 ⑤ 呼吸 ⑥ 後 ⑦ 大 ⑧ 真肋 ⑨ 肋軟骨
⑩ 仮肋 ⑪ 浮遊 ⑫ 胸骨柄

② a ① 肋骨頭 ② 肋横突 b ① 上 ② 前後 ③ 下 ④ 左右(または横)

SIDE MEMO

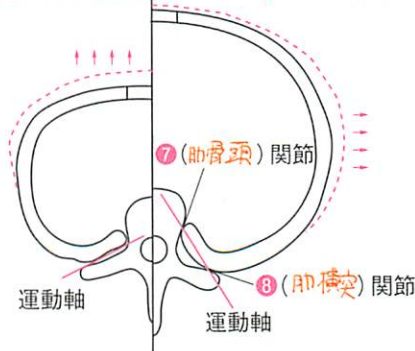
▶ 内肋間筋と
外肋間筋の走行図

収縮すると胸郭は
↘ の方向に動く



収縮すると
胸郭は ↗ の
方向に動く

⑤ (上) 位肋骨 ⑥ (下) 位肋骨



胸郭の前後・左右方向の動き
(水平横断上方から)

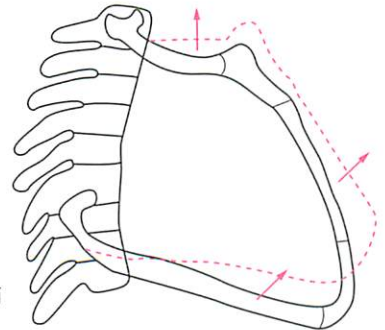
- ・ 上下方向への拡大：肋骨の挙上
→ 胸郭⑨ (上下) 径の増大

- ・ 呼吸運動—腹式呼吸：⑩ (横隔膜) 呼吸

⑪ (腹) 部の動き著明，男性＞女性

胸式呼吸⑫ (肋骨) 呼吸

⑬ (胸) 部の動き著明，男性＜女性

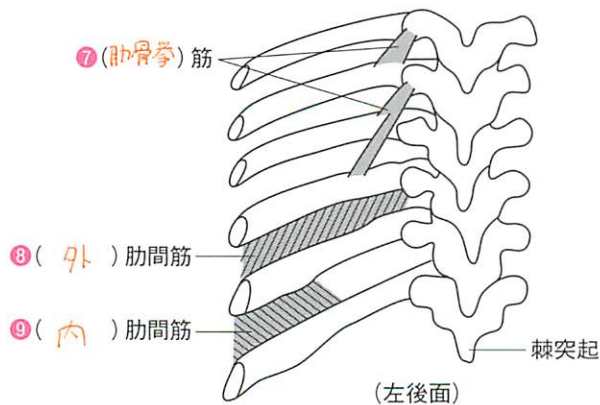


胸郭の上下方向の動き
(右外側面)

(中村⁵⁾)

③ 呼吸に関与する筋

- ・ 吸気筋：① (横隔膜)，② (外) 肋間筋，
内肋間筋③ (前) 部が働く。
- ・ 呼気筋：安静時の呼気には筋④ (収縮) の必要性なし。
強制呼気には⑤ (内) 肋間筋横部・後部，
⑥ (腹) 筋群が働く。



(左後面)

解答

② b ⑤ 上 ⑥ 下 ⑦ 肋骨頭 ⑧ 肋横突 ⑨ 上下(または縦) ⑩ 横隔膜 ⑪ 腹
⑫ 肋骨 ⑬ 胸

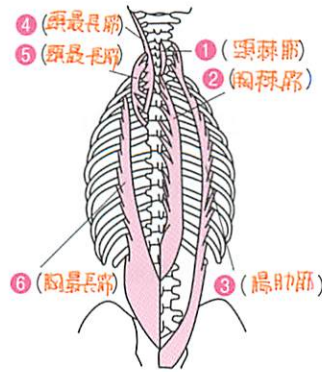
③ ① 横隔膜 ② 外 ③ 前 ④ 収縮 ⑤ 内 ⑥ 腹 ⑦ 肋骨挙 ⑧ 外 ⑨ 内

SIDE MEMO

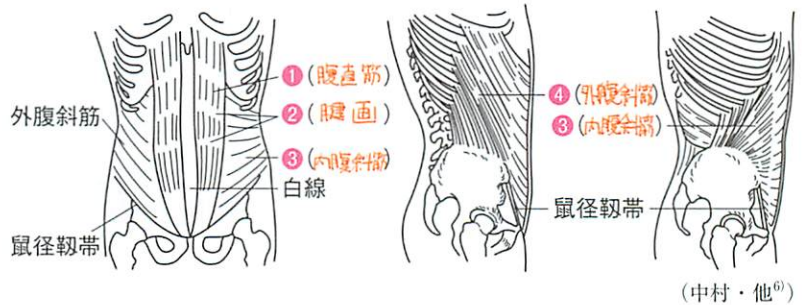
- ・横隔膜の位置は体位により変化し、⑩(背臥位)で最も高位となりその振幅は最も大きくなる。⑪(座位)で最も低位でかつ振幅も最も小さくなる。
- ・外肋間筋は安静時呼吸時にはほとんど無活動であるが、⑫(深)吸気時に関与する。
- ・安静呼気に関与する筋はほとんどなく、吸気後の胸郭や⑬(肺)の縮小に伴って生じる。
- ・努力吸気には横隔膜や⑭(外肋骨間)をはじめ、補助筋として⑮(胸鎖乳突筋)、斜角筋群、大・小胸筋、肋骨挙筋、僧帽筋、肩甲挙筋、脊柱起立筋が関与する。
- ・努力呼気には内肋間筋や⑯(腹筋)群をはじめ、補助筋として胸横筋が関与する。

④ 胸部の動きに関与する筋

a. 胸椎の後面側の筋



b. 胸椎の前面側の筋

(中村・他⁶⁾)

解答

③ ⑩ 背臥位 ⑪ 座位 ⑫ 深(または努力) ⑬ 肺 ⑭ 外肋間筋 ⑮ 胸鎖乳突筋 ⑯ 腹筋

④ a ① 頸棘筋 ② 胸棘筋 ③ 腸肋筋 ④ 頭最長筋 ⑤ 頸最長筋 ⑥ 胸最長筋

b ① 腹直筋 ② 腱画 ③ 内腹斜筋 ④ 外腹斜筋

SIDE MEMO

⑤ 胸部の運動と筋

・胸椎全体の可動域を表に示す。

屈曲（前屈）	伸展（後屈）	回旋	側屈
30～35°	20～25°	左右各 30～35°	左右各 20～25°

・胸椎の運動に関与する筋は胸椎に直接付着する筋ないしは胸椎とともに胸郭を構成する肋骨や胸骨の剣状突起に付着する筋とがある。

運動方向	主に関与する筋
屈曲	①（腹直筋）・内腹斜筋・外腹斜筋
伸展	広背筋・僧帽筋・胸腸肋筋・腰腸肋筋・ ②（胸最長筋）・胸棘筋・胸半棘筋・多裂筋
回旋	長回旋筋・短回旋筋・③（内腹斜筋）・外腹斜筋
側屈	④（胸腸肋筋）・腰腸肋筋・胸最長筋・胸棘筋・ 内腹斜筋・外腹斜筋・腰方形筋

解答 ⑤ ① 腹直筋 ② 胸最長筋 ③ 内腹斜筋 ④ 胸腸肋筋

基礎問題

1. 胸郭の運動学

次の文で正しいものに(○), 誤っているものに(×)を記入しなさい。

- ① () 上位肋骨の挙上は胸郭の前後径を増大させる。
- ② () 下位肋骨の挙上は胸郭の横径を増大させる。
- ③ () 外肋間筋は肋骨を挙上する。
- ④ () 内肋間筋前部は吸気筋である。
- ⑤ () 横隔膜が収縮すると呼気が生ずる。

2. 呼吸筋とその作用

次の呼吸筋とその作用の組み合わせを線で結びなさい(複数解答あり)。

- | | |
|---------|---------------|
| ① 安静吸気・ | ・ a. 前斜角筋 |
| | ・ b. 胸鎖乳突筋 |
| ② 強制吸気・ | ・ c. 外肋間筋 |
| | ・ d. 内肋間筋前部線維 |
| ③ 強制呼気・ | ・ e. 内肋間筋後部線維 |
| | ・ f. 肋骨挙筋 |
| | ・ g. 横隔膜 |
| | ・ h. 腹直筋 |
| | ・ i. 腹横筋 |

演習問題

- 努力性呼気時に働く筋はどれか。
 - 腹横筋
 - 僧帽筋
 - 大胸筋
 - 小胸筋
 - 胸鎖乳突筋
- 呼気時に働く筋はどれか。
 - 横隔膜
 - 大胸筋
 - 後斜角筋
 - 外腹斜筋
 - 胸鎖乳突筋
- 筋と呼吸運動との組み合わせで正しいのはどれか。2つ選べ。
 - 胸鎖乳突筋——安静吸気
 - 前斜角筋——安静呼気
 - 内肋間筋横部——努力吸気
 - 腹直筋——努力呼気
 - 腹横筋——努力呼気

4. 呼吸運動で誤っている組み合わせはどれか.

1. 安静吸気——横隔膜
2. 安静呼気——外肋間筋
3. 努力吸気——胸鎖乳突筋
4. 努力吸気——僧帽筋
5. 努力呼気——外腹斜筋

5. 筋と呼吸運動との組み合わせで正しいのはどれか.

1. 肋下筋——安静吸気
2. 胸横筋——安静吸気
3. 大胸筋——安静呼気
4. 外肋間筋——努力吸気
5. 肋骨挙筋——努力呼気

MEMO

4

腰部・骨盤の運動学

月 日

SIDE MEMO

▶ 腰椎の動き

屈曲，伸展，側屈は可能だが，回旋はほとんどできない。

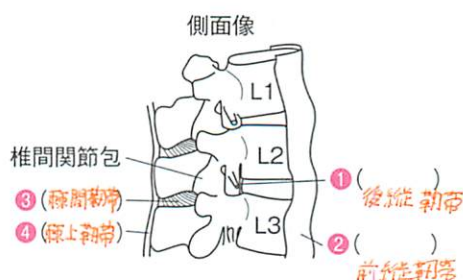
▶ 椎間板ヘルニア

椎間板ヘルニアとは髄核が線維輪を突き破って後外方に脱出し，脊髄神経の神経根を圧迫刺激して，疼痛などをきたす疾患である。

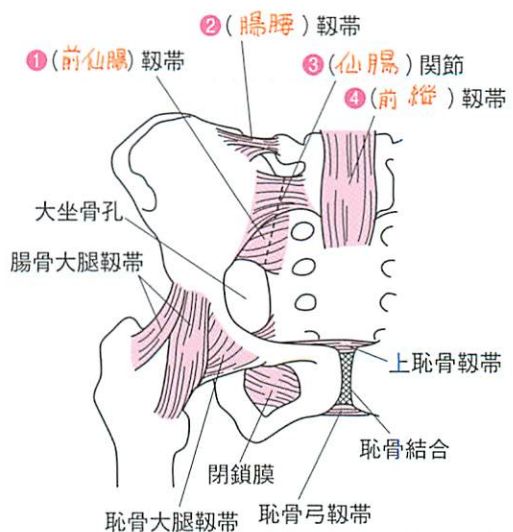


① 腰部・骨盤の連結

a. 右側面からみた腰椎の靱帯



b. 前面からみた右骨盤の靱帯

(中村・他⁷⁾)

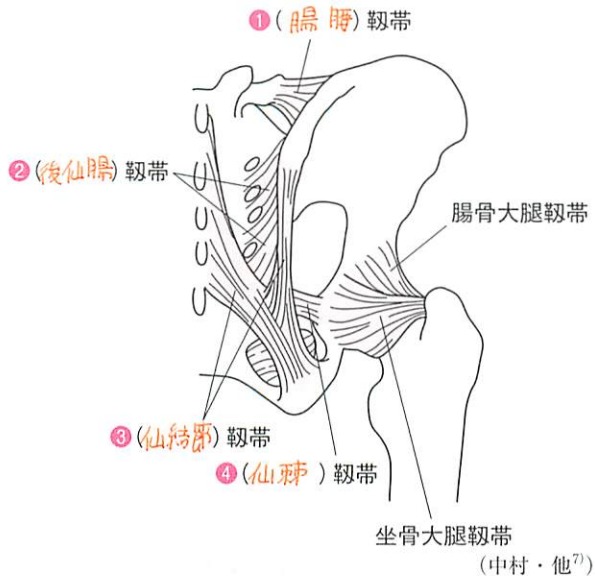
解答

① a ① 後縦靱帯 ② 前縦靱帯 ③ 棘間靱帯 ④ 棘上靱帯

b ① 前仙腸 ② 腸腰 ③ 仙腸 ④ 前縦

SIDE MEMO

c. 後面からみた右骨盤の靱帯

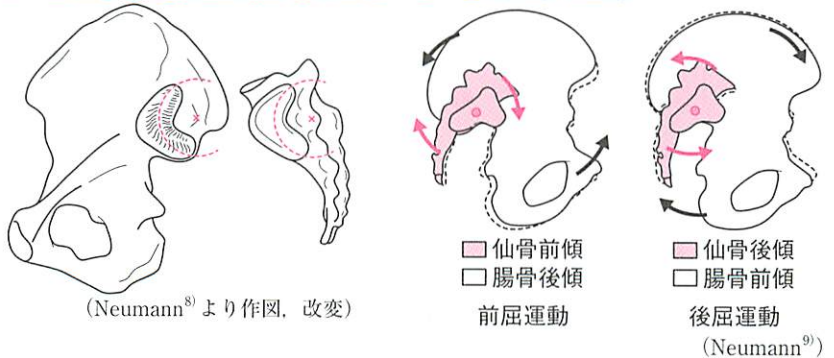


- 慢性腰痛患者の約15～30%が仙腸関節由来の疼痛とされる。
- 小児の仙腸関節は比較的可動性の高い滑膜性関節であるが、思春期から青年期にかけてその可動性は著しく減少する。

② 仙腸関節

- 上体の荷重は仙腸関節経由で下肢に伝達される。
- 仙腸関節は仙骨の耳状面と腸骨の耳状面が対面し構成される。
- 腸骨に対する仙骨の前方への回旋を前屈運動ないしは① (うなずき) 運動といい、同様に後方への回旋を後屈運動ないしは② (起き上がり) 運動という。

a. 露出させた右仙腸関節の関節面 b. 仙腸関節の運動



- 解答** ① c ① 腸腰 ② 後仙腸 ③ 仙結節 ④ 仙棘
② ① うなずき ② 起き上がり

SIDE MEMO

▶寛骨の連結

- ・寛骨結合：骨結合
- ・恥骨結合：線維軟骨結合
- ・仙腸関節：半関節

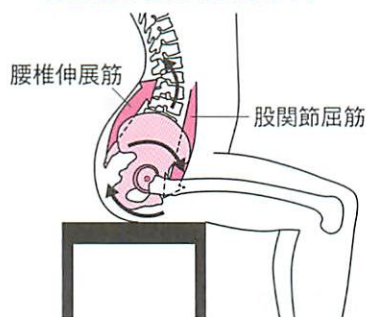
▶胸腰部の運動に関与する筋

- ・屈曲
腹直筋、外腹斜筋、
内腹斜筋
- ・伸展
脊柱起立筋、横突棘筋
- ・側屈
外腹斜筋、内腹斜筋、
腰方形筋、脊柱起立筋、
横突棘筋群
- ・同側回旋
内腹斜筋、脊柱起立筋
- ・反対側回旋
横突棘筋群、外腹斜筋

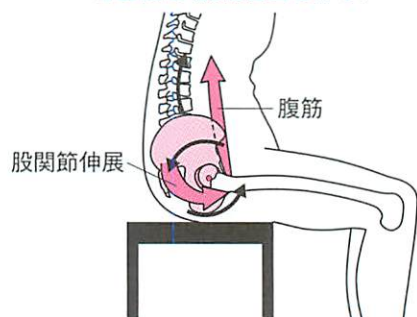
③ 矢状面からみた腰椎弯曲と骨盤傾斜との関係

- ・腰部の伸筋および股関節の屈筋を収縮させることで腹部を前方に突き出すような動きをした場合、腰椎前弯が①(増加)し、骨盤の②(前傾)、股関節の屈曲が生じる。
- ・腹部の筋および股関節の伸筋を収縮させることで腹部を後方に引くような動きをした場合、腰椎前弯が③(減少)し、骨盤の④(後傾)、股関節の伸展が生じる。

骨盤前傾(腰椎伸展を伴う)

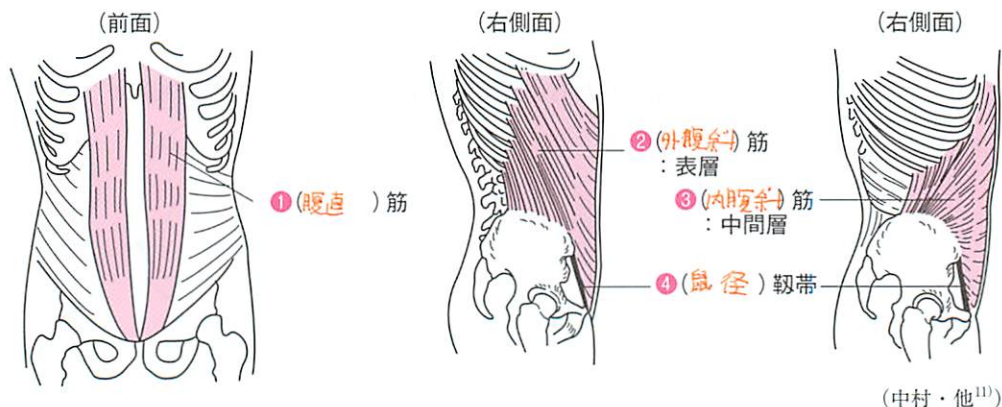


骨盤後傾(腰椎屈曲を伴う)

(Neumann¹⁰⁾)

④ 腰部の筋

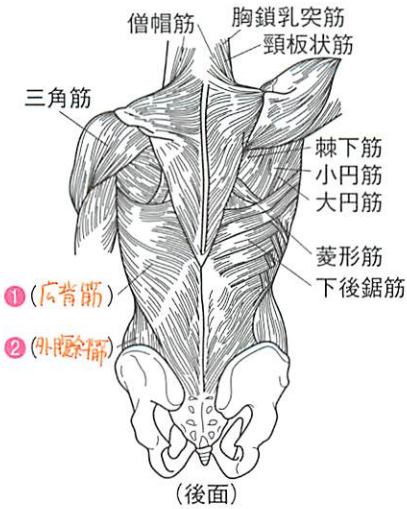
a. 腰部前面の筋



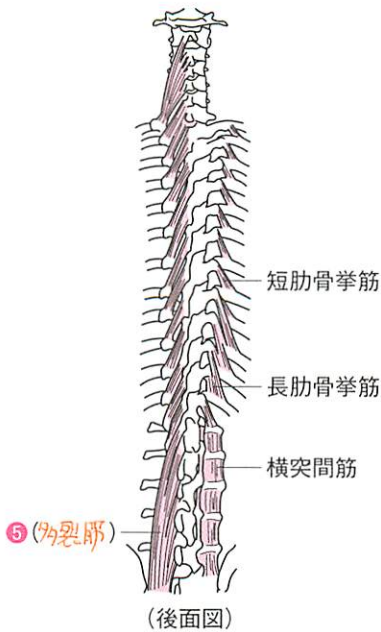
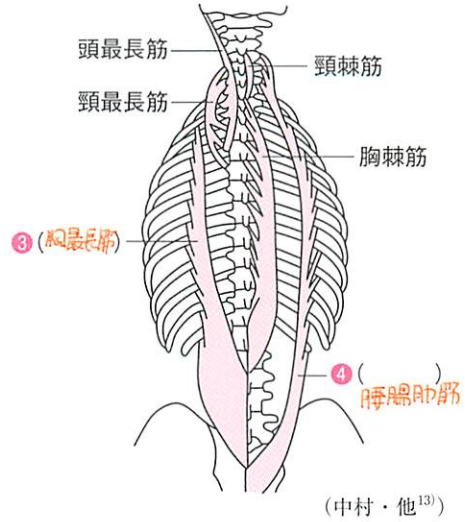
解答 ③ ① 増加 ② 前傾 ③ 減少 ④ 後傾

④ a ① 腹直筋 ② 外腹斜筋 ③ 内腹斜筋 ④ 鼠径

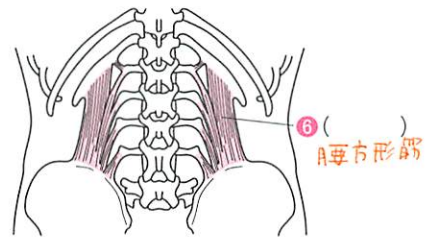
b. 腰部後面の筋



右側は表層の筋を一部除去したもの
(中村・他¹²⁾)



(Neumann¹⁴⁾ より作図, 一部改変)



解答 ④ b ① 広背筋 ② 外腹斜筋 ③ 胸最長筋 ④ 腰腸肋筋 ⑤ 多裂筋 ⑥ 腰方形筋

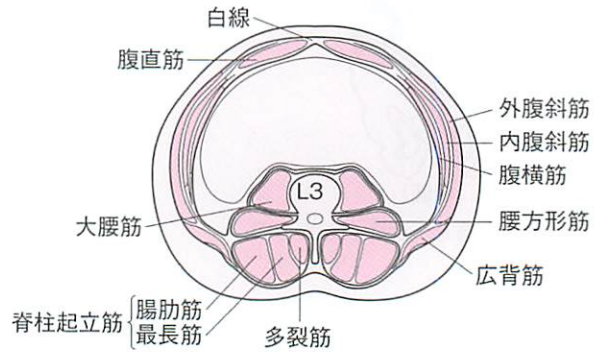
SIDE MEMO

5 腰部の運動と筋

腰部全体の可動域を表に示す.

屈曲 (前屈)	伸展 (後屈)	回旋	側屈
40~50°	15~25°	左右各 5~7°	左右各 20°

第3腰椎の高さの水平面上での筋配置とその作用



・腹直筋

両側同時：体幹① (屈曲)

・外腹斜筋

両側同時：体幹② (屈曲)

片側のみ：体幹③ (同) 側方向への側屈

体幹④ (反対) 側方向への回旋

・内腹斜筋

両側同時：体幹⑤ (屈曲)

片側のみ：体幹⑥ (同) 側方向への側屈

体幹⑦ (同) 側方向への回旋

・脊柱起立筋群 (腸肋筋・最長筋・棘筋)

両側同時：体幹⑧ (伸展)

片側のみ：体幹⑨ (同) 側方向への側屈

体幹⑩ (同) 側方向への回旋

・腰方形筋：体幹⑪ (同) 側方向への側屈

：同側の骨盤挙上

解答 5 ① 屈曲 ② 屈曲 ③ 同 ④ 反対 ⑤ 屈曲 ⑥ 同 ⑦ 同 ⑧ 伸展 ⑨ 同
⑩ 同 ⑪ 同

基礎問題

1. 骨盤

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

- ・骨盤は左右の①()とその間に位置する②()とによって構成される。
- ・両側の腸骨稜の頂点を結んだ線を③()線といい、第4～5腰椎棘突起間を通る。
- ・仙骨の前傾運動を強力に制動している靱帯は④()靱帯である。

2. 腰部の椎間板

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

- ・腰部椎間板ヘルニアが右後方に出現するのは腰椎が①()方向に前側屈したときである。これは下部腰椎付近で、椎体の後方を覆っている②()靱帯が正中位に向かって細くなっているためである。
- ・椎間板の内圧は膝伸展位での荷物の持ち上げ動作よりも一端しゃがんでからの荷物の持ち上げ動作の方が③()が、直立位での座位と前かがみでの座位との比較では後者の方が④()。
- ・脊柱に弯曲が存在しているので、立位や座位時に椎間板が矢状面からみて部位によってはかなり傾斜していることになるが、この傾斜により椎間板にかかる⑤()応力は減少するが、反対に⑥()応力が増加する。その結果、椎間関節にかかる力学的ストレスは⑦()する。

3. 腹圧の意義

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

腹筋群を強く収縮させると腹圧が上昇し、椎間板にかかる圧縮応力を T_{12} ～ L_1 間で約①()%， L_5 ～ S_1 間で約②()%くらい減少させることができる。また、脊柱起立筋にかかる力を約③()%減少させることができる。

4. 体幹の運動に作用する筋

体幹屈曲に作用する筋には○、伸展に作用する筋には×、どちらにも該当しない筋には△を()の中に記入しなさい。

- | | | | | | |
|------|------|------|---------|------|---------|
| ①() | 腹直筋 | ②() | 両側の外腹斜筋 | ③() | 両側の内腹斜筋 |
| ④() | 腰方形筋 | ⑤() | 最長筋 | ⑥() | 腸肋筋 |
| ⑦() | 多裂筋 | ⑧() | 腸腰筋 | ⑨() | 大腿直筋 |

演習問題

1. 一侧の筋が働いたとき、骨盤に対して体幹を同側に回旋させる筋はどれか。2つ選べ。

1. 腹直筋
2. 外腹斜筋
3. 内腹斜筋
4. 脊柱起立筋
5. 腰方形筋

2. 筋と体幹の運動の組合せで正しいのはどれか。

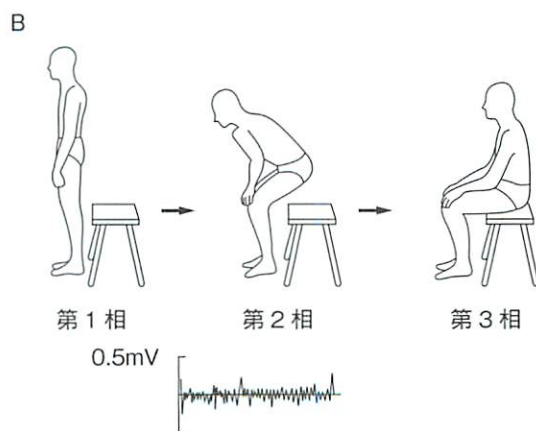
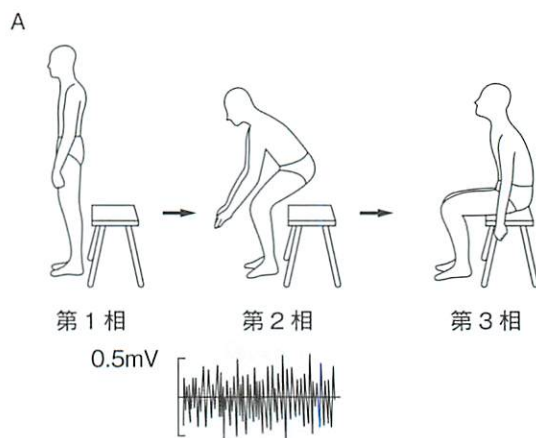
1. 外腹斜筋——同側への回旋
2. 最長筋——伸展
3. 腹横筋——側屈
4. 腹直筋——伸展
5. 腰方形筋——屈曲

3. 腰方形筋の作用で誤っているのはどれか。2つ選べ。

1. 腰部側屈
2. 腰椎屈曲
3. 腰部回旋
4. 胸郭の引き下げ
5. 骨盤の引き上げ

4. A・B動作における第2相の表面筋電図である。検索筋はどれか。

1. 上腕三頭筋
2. 前鋸筋
3. 腰部背筋
4. 股関節屈筋
5. 大胸筋



5

第5章 頭部・顔面の運動学

1 頭蓋骨と顎関節……192

2 咀嚼……194

3 表情……196

4 眼球運動……198

1

頭蓋骨と顎関節

月 日

SIDE MEMO

▶ 頭蓋骨

① 脳頭蓋

→ 脳を保護する.

- ・ 前頭骨 (1個)
- ・ 頭頂骨 (2個)
- ・ 後頭骨 (1個)
- ・ 側頭骨 (2個)
- ・ 蝶形骨 (1個)

② 顔面頭蓋

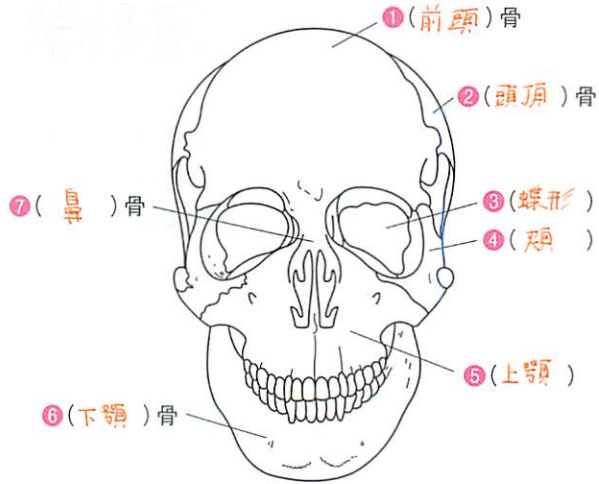
→ 感覚・消化・呼吸器を保護する.

- ・ 篩骨 (1個)
- ・ 下鼻甲介 (2個)
- ・ 涙骨 (2個)
- ・ 鼻骨 (2個)
- ・ 鋤骨 (1個)
- ・ 上顎骨 (2個)
- ・ 口蓋骨 (2個)
- ・ 頬骨 (2個)
- ・ 下顎骨 (1個)
- ・ 舌骨 (1個)

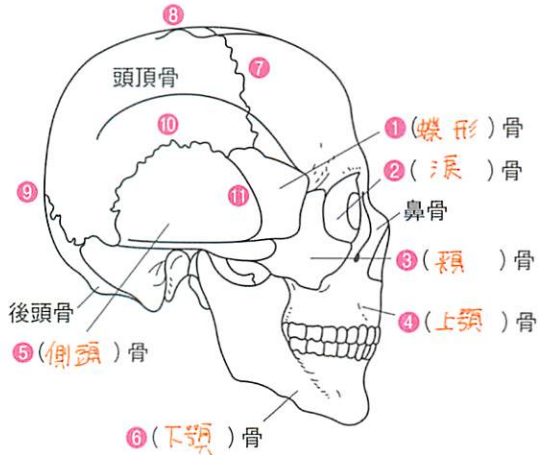
① 頭蓋骨を構成する骨とその連結

- ・ 頭蓋骨は脳髄を包み込み保護する役割をする① (脳) 頭蓋と、感覚器や消化器および呼吸器を保護する役割をする② (顔面) 頭蓋とで構成される.

a. 頭蓋の前面



b. 頭蓋の側面



解答

① ① 脳 ② 顔面

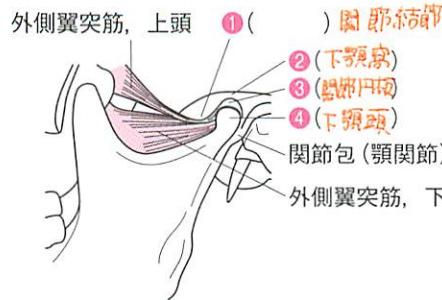
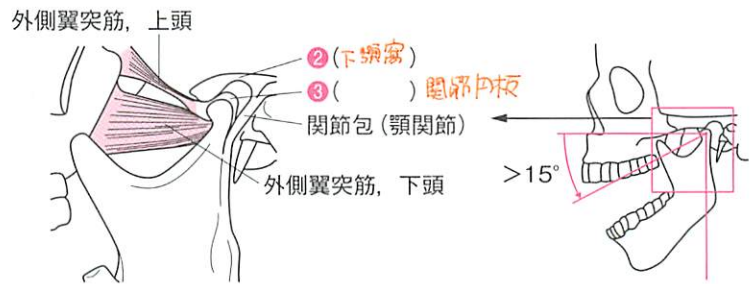
① a ① 前頭 ② 頭頂 ③ 蝶形 ④ 頬 ⑤ 上顎 ⑥ 下顎 ⑦ 鼻

b ① 蝶形 ② 涙 ③ 頬 ④ 上顎 ⑤ 側頭 ⑥ 下顎

SIDE MEMO

- ・ ⑦ (冠 状) 縫合：前頭骨と左右の頭頂骨との連結部
- ・ ⑧ (矢 状) 縫合：左右の頭頂骨の連結部
- ・ ⑨ (ラムダ) 縫合：左右の頭頂骨と後頭骨との連結部
- ・ ⑩ (鱗 状) 縫合：頭頂骨と側頭骨との連結部
- ・ ⑪ (蝶 鱗) 縫合：蝶形骨と側頭骨との連結部

② 顎関節

(坂井・他¹⁾を参考に作成)(坂井・他¹⁾を参考に作成)

- ・ 頭蓋における唯一の可動関節である。
- ・ 関節頭に該当するのは下顎骨の⑤ (下顎頭) で、関節窩に該当するのは側頭骨の⑥ (下顎窩) から⑦ (関節結節) の下面に至る面である。
- ・ 閉口時には⑤ (下顎頭) は⑥ (下顎窩) に収まっているが、口を15°以上開くと⑥ (下顎窩) の前方を滑走して⑦ (関節結節) 上に位置する。開口時に⑤ (下顎頭) を前方に可動させるのは外側翼突筋の下頭で、⑧ (関節円板) を前方に可動させるのは外側翼突筋の上頭である。

解答

① b ⑦ 冠状 ⑧ 矢状 ⑨ ラムダ ⑩ 鱗状 ⑪ 蝶鱗

② ① 関節結節 ② 下顎窩 ③ 関節円板 ④ 下顎頭 ⑤ 下顎頭 ⑥ 下顎窩

⑦ 関節結節 ⑧ 関節円板

2

咀嚼

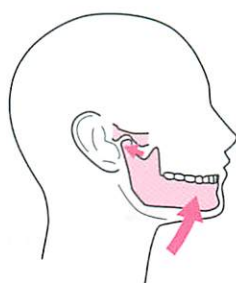
月 日

① 咀嚼とは

- ・ 食べ物を歯で噛んだり、砕いたり、潰したりする行為をいう。
- ・ 神経系ならびにそれに支配される筋(咀嚼筋)、歯、舌、左右の顎関節が相互に作用する。

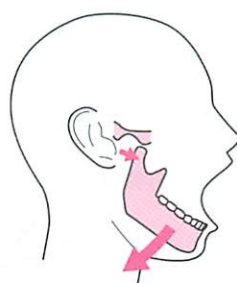
② 顎関節の動き

- ・ 顎関節の動きは下顎の動きとして認識される。



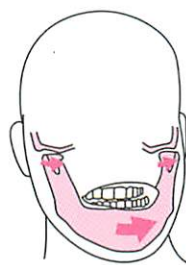
閉口

下顎を挙上させる運動。



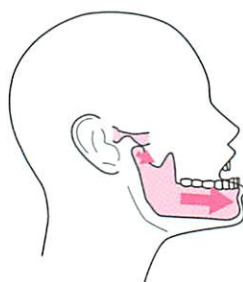
開口

下顎を下制させる運動。成人では最大開口時には3本の指が入る隙間ができる。



側方運動

下顎を側方に動かす運動。成人では片側への最大平均変位は11mmである。



前方突出

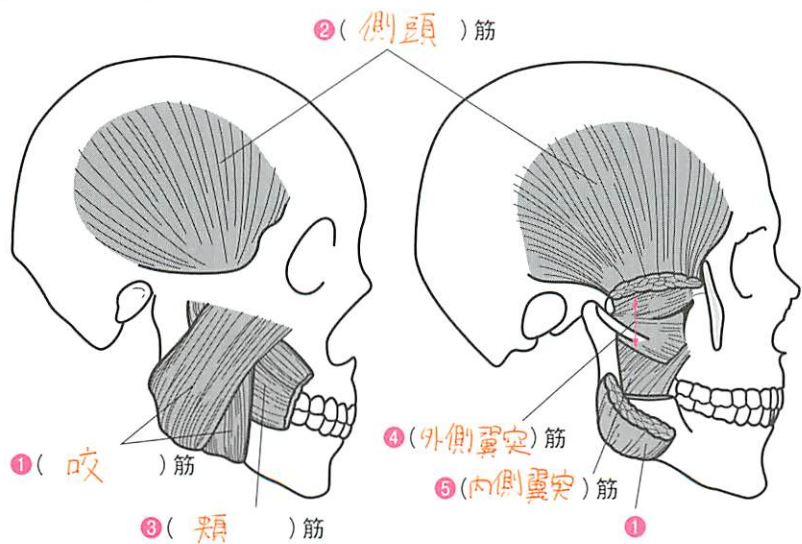
下顎を前方に突き出す運動。口を最大限に開けるための重要な要素である。



後退

下顎を後方に引く運動。口を大きく開き前方突出させた下顎を閉じるための重要な要素である。

3 咀嚼筋と支配神経



筋	閉口	開口	側方運動	前方突出	後退
① (咬) 筋	++		+	+	
内側翼突筋	++		++*	+	
外側翼突筋(上頭)			++*	++	
外側翼突筋(下頭)		++	++*	++	
② (側頭) 筋	++		+		++
舌骨上筋群		++			+

(++：強く関与　+：ある程度関与　*：対側が働く)

・咀嚼の主動筋である①(咬)筋，内側翼突筋，外側翼突筋，②(側頭)筋の支配神経は三叉神経の分枝である⑥(下顎)神経である。

3

表情

月 日

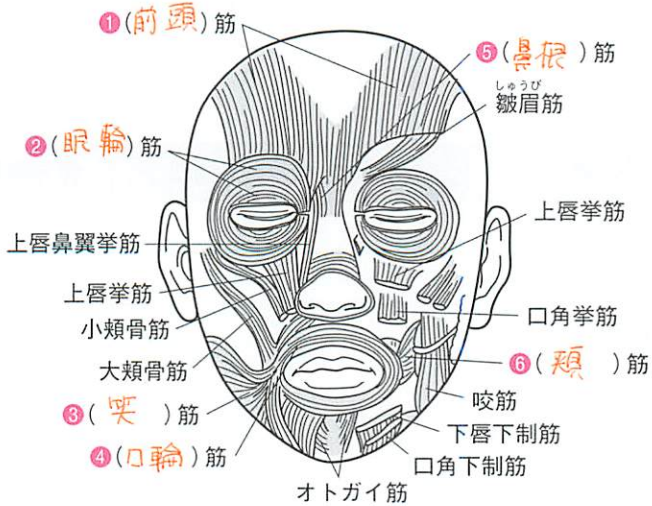
SIDE MEMO

▶表情筋(顔面筋)
→顔面神経支配

- ・前頭筋(額のシワ)
- ・皺眉筋(眉間のシワ)
- ・口輪筋(口笛を吹く)
- ・上唇挙筋
(泣くときの上唇)
- ・大頬骨筋(笑う)
- ・口角下制筋(不満顔)
- ・小頬骨筋(泣く)
- ・眼輪筋(ウインク)
- ・口角挙筋(ウインク)

① 表情を作り出すしくみ

- ・顔面に位置する筋を表情筋という。
- ・表情筋は顔面の浅層の筋であり、頭蓋の骨膜や連結する隣接の筋から起こり、他の表情筋や皮膚の結合組織に停止する。
- ・表情筋は皮膚に停止してさまざまな表情を作ることより皮筋とも呼ばれる。



② 機能別表情筋

・表情筋が表層の皮膚を動かすことでさまざまな表情が作り出される。

領域	筋	所見
頭蓋冠	前頭筋	前頭部にシワを寄せる
眼瞼裂	① (眼輪筋)	眼瞼を閉じる
	皺眉筋	眉にシワを寄せる
	眉毛下制筋	眉毛を下げる

解答

① ① 前頭 ② 眼輪 ③ 笑 ④ 口輪 ⑤ 鼻根 ⑥ 頬

鼻	鼻根筋	鼻根にシワを寄せる
	鼻筋(翼部)	鼻翼を下方に引く(鼻孔を開く)
	鼻筋(横部)	外鼻孔を狭める
	上唇鼻翼挙筋	上唇と鼻翼を挙上する
口	②(口輪筋)	口を閉じる
	頬筋	頬壁を歯列に押しつける。頬壁と歯列との間に挟まった食物を歯の方に追い出す
	大頬骨筋	口角を引き上げる
	小頬骨筋	上唇を引き上げる
	③(笑筋)	笑う。口角を外側に引き、えくぼを作る
	上唇挙筋	上唇を引き上げる
	口角挙筋	口角を引き上げる
	口角下制筋	口角を引き下げる
	下唇下制筋	下唇を外下方に引く
耳	④(オトガイ筋)	オトガイ部の皮膚を引き上げ、下唇をつき出し、小さなくぼみを作る
	オトガイ横筋	二重あごを作る
耳	前耳介筋	耳介を前方に引く
	上耳介筋	耳介を上方に引く
	後耳介筋	耳介を後方に引く
顎	⑤(広頸筋)	下顎骨縁から第2肋骨付近の皮膚につく。頸部および鎖骨下方の皮膚を上へに引く

③ 表情筋の支配神経

- ・表情筋を支配する神経：①(顔面神経)
- ・②(橋)に位置する顔面神経核は上下の2部に分かれた構造をしている。
- ・上部は前頭部の筋と③(眼)の周囲の筋を支配し、下部は顔面下半分を支配する。
- ・顔面神経核の上部は④(両側)の皮質(上位)運動ニューロンからの支配を受け、下部は⑤(対側)の皮質(上位)運動ニューロンからの支配を受ける。
- ・中枢性の顔面神経麻痺(核上性)では⑥(対側)の顔面下半分の表情筋が麻痺するが、前頭部の筋と眼の周囲の筋は機能が保たれている。
- ・末梢性の顔面神経麻痺(核下性)では⑦(同側)の表情筋はすべて麻痺している。

解答

② ① 眼輪筋 ② 口輪筋 ③ 笑筋 ④ オトガイ筋 ⑤ 広頸筋

③ ① 顔面神経 ② 橋 ③ 眼 ④ 両側 ⑤ 対側 ⑥ 対側 ⑦ 同側

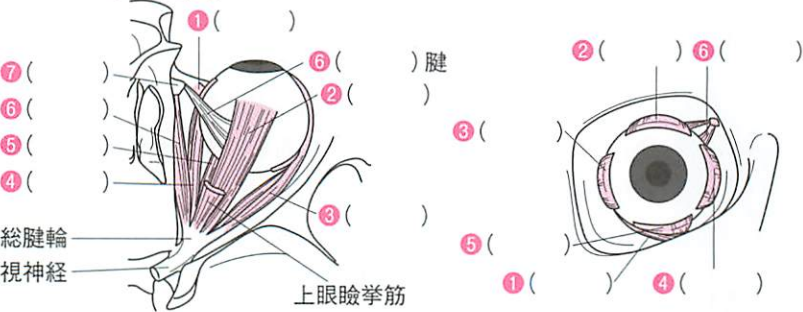
4

眼球運動

月 日

SIDE MEMO

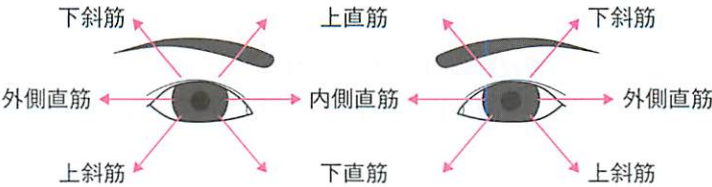
① 外眼筋(左図は右眼球の高さの水平断面、右図は右眼球の前面)



(坂井・他²⁾を参考に作成)

② 外眼筋の作用と支配神経

筋	主な作用	副次的な作用	神経支配
外側直筋	① ()	なし	④ ()
内側直筋	内転	なし	⑤ (), 下枝
上直筋	② ()	内転と内旋	⑤ (), 上枝
下直筋	下転	内転と外旋	⑤ (), 下枝
上斜筋	下転と外転	内旋	⑥ ()
下斜筋	③ ()	外旋	⑤ (), 下枝



解答 ① ① 下斜筋 ② 上直筋 ③ 外側直筋 ④ 内側直筋 ⑤ 下直筋 ⑥ 上斜筋 ⑦ 滑車
② ① 外転 ② 上転 ③ 上転と外転 ④ 外転神経 ⑤ 動眼神経 ⑥ 滑車神経

基礎問題

1. 以下の骨で脳頭蓋に属するものは()に脳、顔面頭蓋に属するものは()に顔と記入しなさい。

- ①()上顎骨 ②()前頭骨 ③()側頭骨 ④()蝶形骨 ⑤()篩骨
⑥()涙骨 ⑦()鼻骨 ⑧()鋤骨 ⑨()頬骨 ⑩()下顎骨

2. 次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

- ・左右の頭頂骨と後頭骨との連結部を①()縫合という。
- ・閉口した状態での顎関節においては下顎頭は②()の凹みに収まっているが、開口するに従い③()に変位し関節結節と対峙する。
- ・咀嚼の主動筋である④()、内側翼突筋、外側翼突筋、⑤()の支配神経は三叉神経の分枝である⑥()である。
- ・開いた口を閉じようとするときに作用する主な筋は咬筋と⑦()ならびに側頭筋である。
- ・下顎を右側に変位させようとするときに作用する筋は⑧()側の咬筋ならびに側頭筋と同時に⑨()側の内側翼突筋ならびに外側翼突筋である。
- ・表情筋を支配する神経は⑩()である。
- ・下顎に梅干しの形を作るように下唇を前に突き出すように作用する筋は⑪()である。
- ・ウィンクをしようとするときに作用する筋は⑫()である。
- ・口を閉じようとするときに作用する筋は⑬()である。
- ・眼球の運動に関与する内側直筋は⑭()に支配され眼球を内転方向に動かす。
- ・滑車神経麻痺では上斜筋の障害が起こり、麻痺側の眼は⑮上方()を向く。
- ・外転神経麻痺では⑯()の障害が起こり、麻痺側の眼は内側を向く。

演習問題

1. 誤っている組み合わせはどれか。
 1. 側頭筋——咀嚼する
 2. 眼瞼挙筋——目を見開く
 3. 口輪筋——口唇を閉じる
 4. 頬筋——頬をふくらませる
 5. 広頸筋——口角を引き下げる

2. 顔面筋について誤っているのはどれか。2つ選べ。
 1. 顔面筋は顔面神経と三叉神経に支配されている。
 2. 顔面筋の特徴は、筋が直接皮膚に付着していることである。
 3. 顔面筋は、別名、表情筋ともいわれる。
 4. 笑筋は「えくぼ」をつくる顔面筋である。
 5. 外側翼突筋は口唇の微妙な表情をつくる顔面筋である。

3. 表情筋と作用の組み合わせで誤っているのはどれか。
 1. 前頭筋——眉をつり上げる
 2. 上眼瞼挙筋——眼を見開く
 3. 頬筋——ほほえむ
 4. 笑筋——口角を側方へ引く
 5. 口輪筋——口唇を強く閉じる

4. 咀嚼に関与するのはどれか。2つ選べ。
 1. 側頭筋
 2. 咬筋
 3. 前頭筋
 4. 笑筋
 5. 口角下制筋

6

第6章 姿勢

1 姿勢と重心との関係……202

2 立位姿勢と姿勢保持……206

1

姿勢と重心との関係

月 日

SIDE MEMO

① 構えと体位

- ・姿勢には構えと体位の2つの側面がある。
- ・構え……頭部、体幹、四肢の各部位の相対的位置関係のことで、具体的には体幹前屈位や右上肢外転位などと記述
- ・体位……身体と重力の方向との位置関係のことで、具体的には臥位や立位などと記述

〈体位の主な種類〉

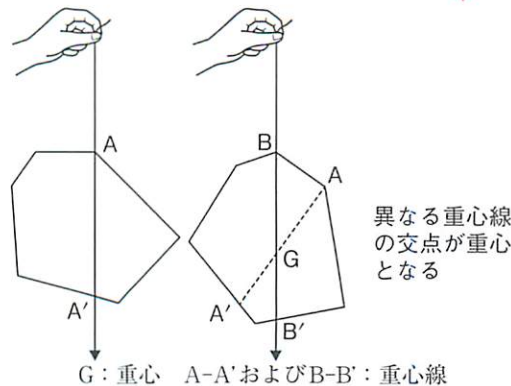
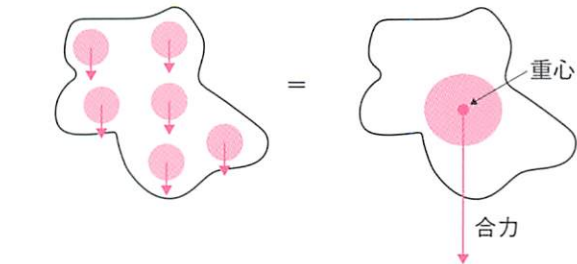


② 重心と重心線

① (**重心**) : 物体を質点の集合体とみなした場合、各質点に働く重力の合力の作用点をいう。質量の中心と一致する。

② (**重心線**) : 重心から地球の中心に向かう直線

(質点の集合体としての物体)



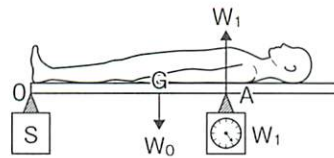
SIDE MEMO

③ 人体の重心の測定法(直接法)

てこの原理を利用する。板の上に人を背臥位にして、板の一端を支持台Sに乗せ、肩の下方付近に体重計を配置して板を水平に保つ。支持台と板の接点をO、体重計と板の接点をA、求める重心の位置をG、体重計の目盛りの値を W_1 、体重を W_0 とすると、体重によって生じた右回りのモーメント $W_0 \times OG$ と、体重計に示されている反力によって生じた左回りのモーメント $W_1 \times OA$ とが釣り合っているので、

$$\textcircled{1} (W_0 \times OG) = W_1 \times OA \quad \therefore OG = OA \times (W_1/W_0)$$

このOGの値が身長に対する床面からの重心の位置を表す。



④ 自然立位時の重心の位置

- ・成人においては骨盤内で①第(2)仙椎前方2.5cmの位置とされる。
- ・成人男性：床面より身長の②約(56)%の高さに位置する。
- ・成人女性：床面より身長の③約(55)%の高さに位置する。
- ・小児では頭部が身体に対して相対的に重いため、成人より重心の位置は④(高い)。

解答

② ① 重心 ② 重心線

③ ① $W_0 \times OG$

④ ① 2 ② 56 ③ 55 ④ 高い

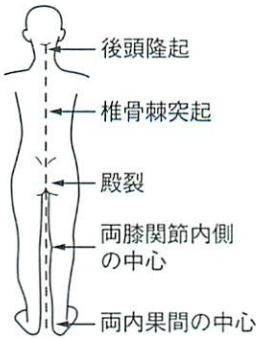
SIDE MEMO

⑤ 重心線とアライメント (alignment)

アライメントとは、①(配列)の意、一直線(一列)にする(なる)ことと和訳されている。人が理想的な基本的立位姿勢を保持しているときのアライメントの指標となる点は②(重心線)に一致する。

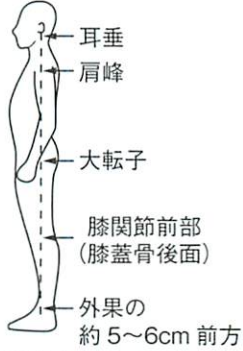
基本的立位姿勢の理想的なアライメントを下図に示す。

〈前額面からみたアライメント〉

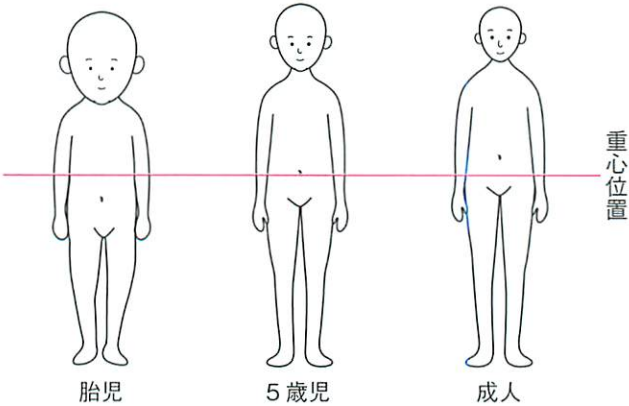


〈左右方向のバランス〉

〈矢状面からみたアライメント〉



〈前後方向のバランス〉



基礎問題

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

- ・物体の①()を支点とした場合、その物体は平衡状態を保つ。
- ・気をつけした立位よりも脚を横に広げた中腰の方が安定性は優れているが、これは重心の位置が②()ことと重心線が落ちる支持基底面が③()になったことによる。
- ・小児の方が成人より相対的に重心の位置は④()。
- ・③の人体の重心の測定法(直接法)で、 $W_0 = 60\text{ kg}$ 、 $W_1 = 40\text{ kg}$ 、 $OA = 150\text{ cm}$ とした場合、その人の重心の位置は床面から⑤()cmの高さに位置する。
- ・自然立位時の成人の重心は⑥()のやや前方に位置する。
- ・自然立位時の成人男子の重心は足底から身長約⑦()%の高さに位置する。
- ・基本的立位姿勢を矢状面からみたときの重心線は大腿骨頭中心の⑧()を通過する。
- ・基本的立位姿勢を矢状面からみたときの重心線は膝関節屈伸軸の⑨()を通過する。
- ・基本的立位姿勢を矢状面からみたときの重心線は距腿関節屈伸軸の⑩()を通過する。

演習問題

1. 矢状面から見たよい立位姿勢で重心線上に並ぶ解剖学的指標で誤っているのはどれか。
 1. 耳 垂
 2. 肩 峰
 3. 大転子
 4. 膝関節前部
 5. 足関節外果
2. 立位姿勢で誤っているのはどれか。
 1. 成人では重心は第2仙椎のレベルにある。
 2. 重心の位置は女性に比べて男性の方がやや高い。
 3. 正常児では歩行開始後、約1年は膝外反が強い。
 4. 小児では成人よりも腰椎前弯が強い。
 5. 成人の骨盤は約 30° 前傾している。

2

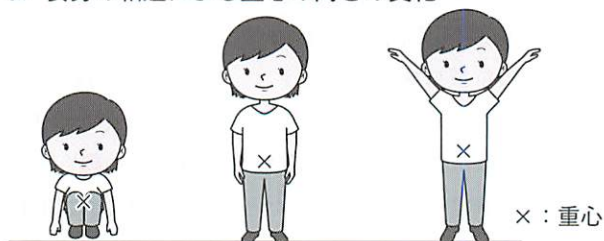
立位姿勢と姿勢保持

月 日

SIDE MEMO

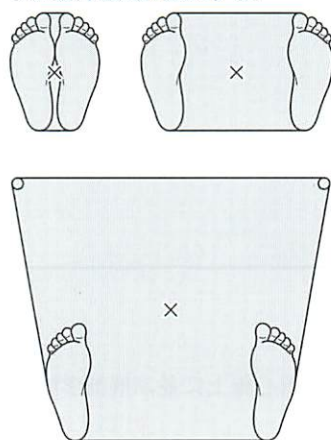
① 立位姿勢の安定性

a. 姿勢の相違による重心の高さの変化

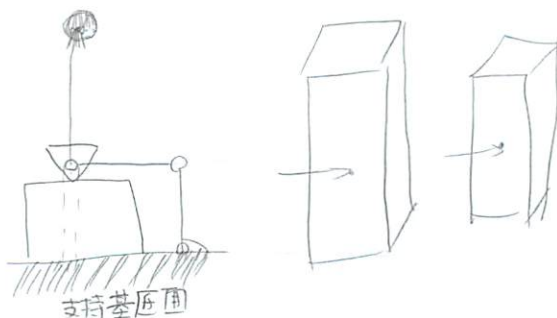
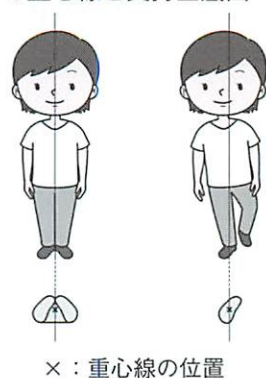


b. 支持基底面の広さ

両足を密着した場合(左上)よりも、両足を開いた状態(右上)や松葉杖を使用した状態(下)のほうが支持基底は拡大する。



c. 左下肢を上げたときの重心線と支持基底面



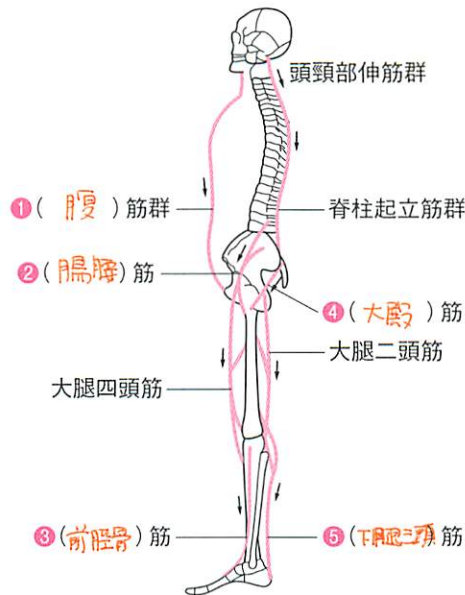
SIDE MEMO

② 立位姿勢の安定のための影響因子

- ・重心の位置：重心の位置が①(低)いほど安定性がよい。
- ・支持基底面の広さ：身体を支持する面が②(広)いほど安定性がよい。
- ・支持基底面と重心線の関係：重心線が支持基底面の中心に③(近)いところを通るほど安定性がよい。
- ・質量：質量が④(大き)いほど安定性がよい。
- ・摩擦：身体と床面のとの摩擦係数が⑤(大き)いほど安定性がよい。
- ・分節性：分節構造より単一構造の方が安定性が⑥(良)い。
- ・心理的要因：視覚を遮断すると⑦(視)覚フィードバックが障害され、不安定になる。
- ・生理的要因：立位では重力に対抗して活動する⑧(抗重力)筋が作用するほか、⑨(姿勢)反射などが関与する。

③ 立位保持に働く筋

- ・立位保持に働く筋を抗重力筋という。
- ・安静立位を保つための抗重力筋のうち、頭頸部伸筋群、脊柱起立筋群、大腿二頭筋およびヒラメ筋を主要姿勢筋という。



▶ 抗重力筋

重力に対抗して姿勢を保持するために働く筋。

▶ 部位別抗重力筋
(頭関節)

咬筋、側頭筋

(頭部伸筋群)

後頭下筋群、頭(半)棘筋、

頭(頸)最長筋、頸腸筋、

頭(頸)板状筋

(脊柱起立筋群)

胸棘筋、最長筋、腸筋、

僧帽筋(中部と下部)、菱形

筋

(腹筋群)

内腹斜筋、外腹斜筋、腹横

筋

(殿筋群)

中殿筋、大殿筋

(大腿部筋群)

大腿四頭筋、ハムストリン

グス

(下腿部筋)

腓腹筋、ヒラメ筋、後脛骨

筋

(足趾)

長母趾屈筋、長趾屈筋、母

趾外転筋、小趾外転筋

解答

② ① 低 ② 広 ③ 近 ④ 大き ⑤ 大き ⑥ 良(高) ⑦ 視 ⑧ 抗重力 ⑨ 姿勢

③ ① 腹 ② 腸腰 ③ 前脛骨 ④ 大殿 ⑤ 下腿三頭

SIDE MEMO

▶ 重心動揺

立位での重心線は支持基底のなかに落下し、その位置は時間とともにわずかわつ変化している。この重心線の変位を重心動揺という。

▶ 姿勢保持

姿勢保持のためには立ち直り反射などの姿勢反射が必要不可欠である。

▶ 骨盤の傾斜

後上腸骨棘と恥骨結合を結ぶ線と水平線のなす角度をいう。正常約30°である。

④ 快適な立位姿勢保持のための3要素

安定性：力学的に安定した状態なら筋活動は最小となり、疲労は

① ()。

非対称性：直立より片脚を斜めに出したり方が支持基底面は

② () なり、安定性は③ ()。

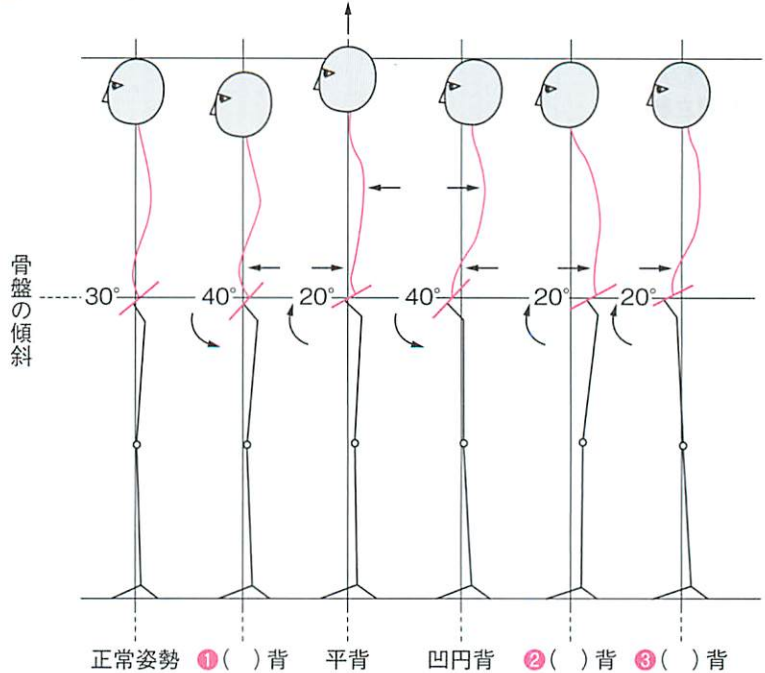
交代性：一定の姿勢を長時間保持するより、主に荷重をかける脚を

④ () させた方が筋疲労は⑤ ()。

⑤ 立位姿勢の重心動揺

立位姿勢では① () を支点とし、頭部や重心が動揺している逆振り子運動が認められる。立位姿勢では重心線が足関節の② () を通るため身体は前方に倒れるが、それに抗するために下腿三頭筋などの背側にある筋群が活動し、重心の③ () 方向の動揺を調整する。重心動揺の面積は、幼児期から10代後半までは年齢の増加につれて④ () し、20歳代には⑤ () になる。その後は加齢とともに増加し、70歳代以降では著しく増加する。

⑥ 姿勢の型



解答

④ ① 少ない ② 広く ③ 増す ④ 交代 ⑤ 少ない

⑤ ① 足関節 ② 前方 ③ 前後 ④ 減少 ⑤ 最小

⑥ ① 凹 ② 亀 ③ 円

SIDE MEMO

⑦ 姿勢制御

姿勢制御に必要な感覚情報系には、視覚系、前庭系、体性感覚系の3つがある。

視覚系：①()によって身体動揺は増強される。急に①()すると重心はやや前方へ移動するが、これは眼からの立ち直り反射の欠如によるとされる。

前庭系：両側の迷路の機能喪失によって重心の前後動揺は②()する。

体性感覚系：下肢伸筋群や足底皮膚からの感覚入力③()すると重心動揺は増大する。

解答 ⑦ ① 閉眼 ② 増大 ③ 減少

基礎問題

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

- ・姿勢の安定性に影響を及ぼす因子には、重心の①()、支持基底面の②()、支持基底面と③()の位置関係、体重の程度、④()の程度、心理的要因、抗重力機構などがある。
- ・立位より座位の方が重心の位置が⑤()ため安定性はよい。
- ・両松葉杖を使用した立位では⑥()が広くなり安定性はよくなる。
- ・支持基底面の中心付近に位置していた物体の重心線を基底面の右端に移動させると物体は⑦()側に転倒しやすくなる。
- ・床との摩擦係数が⑧()履き物を履いている方が滑りにくい。
- ・快適で長続きする自然な立位を保持するには、安定性、⑨()、交代性の3つの要素が重要となる。
- ・安静立位姿勢を保持するための抗重力筋のうち、頸部筋、脊柱起立筋、大腿二頭筋および⑩()を主要姿勢筋という。
- ・姿勢制御に必要な感覚情報系には、視覚系、前庭系、⑪()系の3つがある。

演習問題

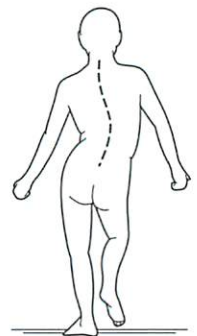
1. 立位保持に絶対必要な筋はどれか。2つ選べ。
 1. 脊柱起立筋
 2. 腸骨筋
 3. 大腿四頭筋
 4. 前脛骨筋
 5. 下腿三頭筋

2. 立位姿勢について誤っているのはどれか。
 1. 重心線は足関節の前方を通る。
 2. 直立位では腹筋に対して脊柱起立筋の活動が大きい。
 3. 力学的に安定すればエネルギー消費は少ない。
 4. 休めの姿勢では休足側の体幹筋の活動が大きい。
 5. 支持基底面が拡大するとバランスの安定性が増す。

3. 骨盤の前傾で誤っているのはどれか。2つ選べ。
 1. 矢状面での第5腰椎上面の傾きで計測する。
 2. 正常では約30°である。
 3. 円背では減少する。
 4. 腰椎前弯の増強で増加する。
 5. 股関節の屈曲拘縮で減少する。

4. 姿勢調節で誤っているのはどれか。
 1. 立位で左上肢を外転すると右側体幹筋の活動がみられる。
 2. 立位で重心が前方に移動すると前脛骨筋の活動が増大する。
 3. 右片脚立ちでは左脊柱起立筋の活動がみられる。
 4. 足底部からの感覚入力が増少すると立位身体動揺が増大する。
 5. 閉眼立位では開眼立位より身体動揺が増大する。

5. 次の図に示す立位で右足を上げたときの姿勢異常の原因で正しいのはどれか。
 1. 左側の脊柱起立筋の筋力低下
 2. 右側の大内転筋の筋力低下
 3. 右側の大殿筋の筋力低下
 4. 左側の中殿筋の筋力低下
 5. 両側の腹直筋の筋力低下



7

第7章 歩行と走行

- 1 歩行周期……212
- 2 運動学的歩行分析……217
- 3 運動力学的歩行分析……222
- 4 歩行時の筋活動……227
- 5 小児の歩行……230
- 6 異常歩行……232
- 7 走行……239

1

歩行周期

月 日

SIDE MEMO

▶ 立脚相^{そう}

(stance phase)

歩行周期のうち、床と足底が接触している状態ないしは時間をいう。

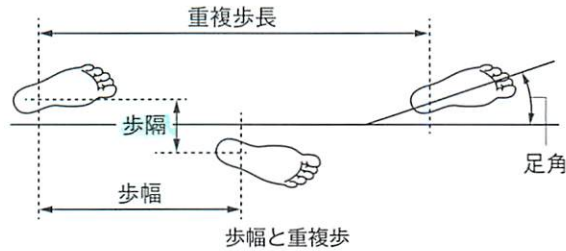
- ・踵接地：heel strike
- ・足底接地：foot flat
- ・立脚中期：mid stance
- ・踵離地：heel off
- ・足尖離地：toe off

① 歩行とは

- ・歩行は最も一般的な移動方法で、最も高度に①()された運動といえる。
- ・歩行を円滑に行うには瞬間、瞬間の②()制御がうまくなされる必要がある。
- ・二足歩行による移動は、重力下において意図的に力学的バランスを崩し、再び元に戻ることを③()に繰り返す現象である。

② 歩行周期と関連用語

歩行とは、動作学には左右の下肢を交互に進行方向に同程度振り出す動きの繰り返しであるとされることより、そこに周期が存在することになる。その周期を歩行周期 (walking cycle, gait cycle) といい、通常一側の踵が接地してから次に①(同側) の踵がふたたび接地するまでの期間をいう。



(Murray et al. 1966)

一步 (step)：一側の踵接地から②(反対)側の踵接地までの動作。

歩幅 (step length)：一側の踵接地から一步となる③(反対)側の踵接地までの距離。

重複歩 (stride)：一側の踵接地から次なる④(同側)の踵接地までの動作。

解答

① ① 自動化 ② 姿勢 ③ 規則的

② ① 同側 ② 反対 ③ 反対 ④ 同側

重複歩長 (stride length) : 一側の踵接地から次なる同側の踵接地までの⑤ (距離) で, 自由速度での歩行では⑥ (身長) の80~90%, 速歩きでは⑥ (身長) の100~110%に該当する.

歩隔 (stride width) : 歩行時における左右の⑦ (踵) 間の左右幅.

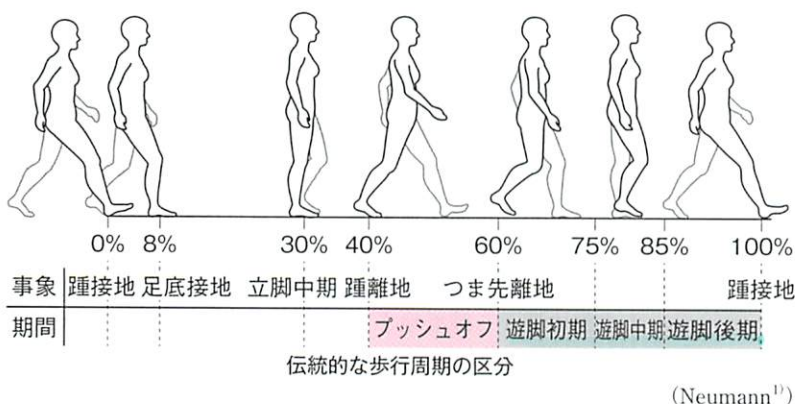
歩行率またはケイデンス (cadence) : 単位時間あたりの⑧ (歩数). 通常は1分間あたりの歩数で身長, 年齢, 性別により異なる.

歩行速度 (walking speed) : 通常1分あたりの⑨ (移動距離). 歩行速度 = 歩幅 × 歩行率, 小児や高齢者では成人より⑩ (遅い).

PCI (physiological cost index) : 歩行時における生理的なエネルギー効率を示す指標で,

$$\text{PCI (拍/m)} = [\text{歩行時心拍数 (拍/分)} - \text{安静時心拍数 (拍/分)}] \div \text{⑪ (歩行速度)} \text{ (m/分)} \text{ で表す.}$$

③ 歩行周期の区分



a. 立脚相 (stance phase) : 歩行や走行時に足底の一部でも地面 (床) と接している時期のことである. 通常歩行では踵が接地してから足が離地するまでの相や期間をいい, 1歩行周期の約① (60) %を占める.

- 立脚相
 - 踵離地 (heel contact : HC) : ② (踵) が地面に接した時期. この時期を歩行周期の開始点 (0%) とした場合.
 - 足底接地 (foot flat : FF) : ③ (足底) 全体が地面に接した時期 : 8~10%
 - 立脚中期 (mid stance : MS) : 足底の直上に④ (骨盤) が位置した時期 : 30%
 - 踵離地 (heel off : HO) : ⑤ (踵) が地面から離れる時期 : 40%
 - つま先離地 (または足趾離地) (toe off : TO) : ⑥ (つま先) または足趾が地面から離れる時期 : 60%

解答 ② ⑤ 距離 ⑥ 身長 ⑦ 踵 ⑧ 歩数 ⑨ 移動距離 ⑩ 遅い ⑪ 歩行速度

③ ① 60% ② 踵 ③ 足底 ④ 骨盤 ⑤ 踵 ⑥ つま先

SIDE MEMO

- b. 遊脚相 (swing phase) : 歩行や走行時に足底が地面と全く接触していない時期のことである。通常歩行ではつま先が離地してから踵が接地するまでの足部が空間にある期間をいい、1歩行周期の約⑦ () %を占める。
- 遊脚相

{

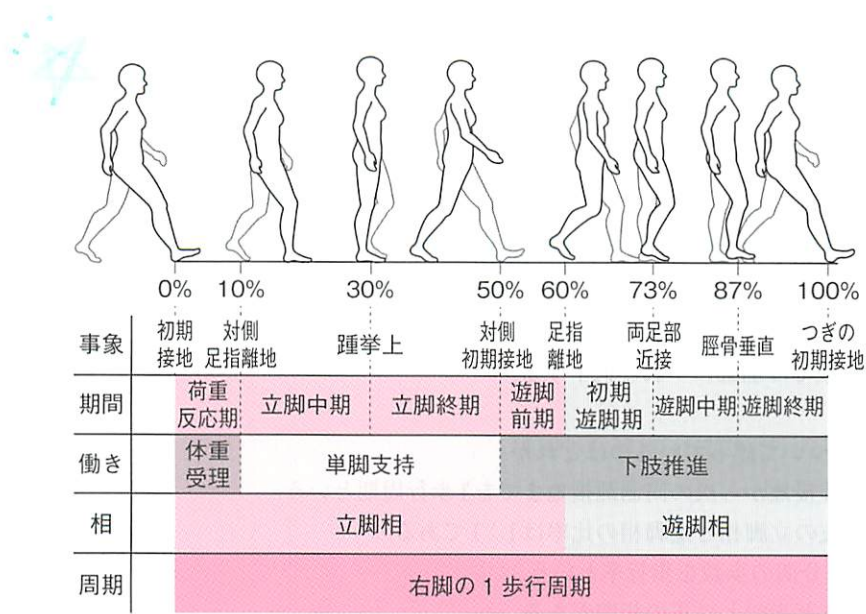
加速期：下肢が体幹の後方から直下まで移動する時期。

遊脚中期：下肢が体幹の直下に位置する時期。

減速期：下肢が体幹の直下から前方に移動する時期。
- c. 単脚支持期：片脚のみで体重を支えている時期。他側の脚が⑧ () 相にある。
- d. 両脚支持期：両脚ともが立脚期にある時期をいい、立脚相と遊脚相との移行時期に認められる。⑨ () 定着時期ともいい、1歩行周期に⑩ () %ずつ2回ある。

④ 歩容要素の新しい定義

伝統的な定義	新たな定義 (ランチョ・ロス・アミゴス, 1995)
踵接地	初期接地 (initial contact)
踵接地から足底接地まで	荷重反応期 (loading response)
足底接地から立脚中期まで	立脚中期 (midstance)
立脚中期から踵離地まで	立脚終期 (terminal stance)
つま先離地	遊脚前期 (preswing)
つま先離地から加速期まで	遊脚初期 (initial swing)
加速期から遊脚中期まで	遊脚中期 (midswing)
遊脚中期から減速期まで	遊脚終期 (terminal swing)



新たな定義による歩行周期の区分
(Neumann²⁾より、一部改変)

基礎問題

- 次の()の中に適切な語句を記入しなさい。
- ・歩行時に右の踵が接地してふたたび右の踵が接地するまでの動作を①()といい、それに要した距離を②()という。
 - ・歩幅は一般的に男性の方が女性より③()い。
 - ・健常者における自然歩行での1歩行周期を100%としたとき、立脚期の占める割合は④()である。
 - ・健常者における自然歩行での1歩行周期を100%とし、かつ踵接地を起点0%とした場合、足底接地は⑤()、踵離地は⑥()、つま先離地は60%となる。
 - ・自然歩行において両脚が接地している時期を⑦() (または同時定着時期)といい、1歩行周期に各⑧()ずつの2回ある。
 - ・成人において歩行速度は80~85m/⑨()であり、加齢と伴に低下する。
 - ・歩行率とは単位時間内の⑩()をいい、成人で約110~120歩/⑪()であり、加齢と伴に低下する。
 - ・新たな定義でいう荷重反応期 (loading response) とは、踵接地から⑫()までをいい、足底に荷重 (体重) が掛かり始める時期である。
 - ・新たな定義でいう立脚中期 (midstance) とは、足底接地から⑬()までをいう。

演習問題

1. 正常歩行の歩行率で誤っているのはどれか。
 1. ケイデンスともいわれる。
 2. 通常は1分間の歩数によって表示する。
 3. 男性より女性の方が高い。
 4. 3歳児の歩行率は6歳児より低い。
 5. 60歳以上では加齢につれて低下する。
2. 正常歩行について誤っているのはどれか。
 1. 一側の踵接地から次の同側踵接地までを1歩行周期という。
 2. 一側下肢の立脚相と遊脚相の比率は1:1である。
 3. 通常は1分間の歩数を歩行率という。
 4. 歩行速度と歩幅とは正の相関がある。
 5. 自由歩行時の歩幅は50~80cmである。
3. 健康成人が歩行速度を上げた場合の変化で正しいのはどれか。2つ選べ。
 1. 歩隔の拡大
 2. 歩行率の増加
 3. 重複歩距離の増加
 4. 両脚支持期の延長
 5. 重心の左右移動の増加
4. 歩行時に若年者よりも高齢者の方が大きいのはどれか。
 1. 歩 隔
 2. 歩 幅
 3. 骨盤回旋
 4. 遊脚相/立脚相比
 5. 頭部の上下動の振幅

2

運動学的歩行分析

月 日

SIDE MEMO

▶運動学的歩行分析

力の概念ではなく、歩行のパターン、歩行そのものを解析すること。

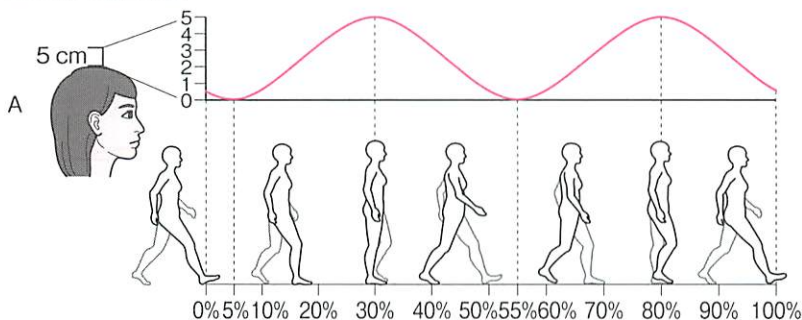
▶運動学的歩行分析方法

- ・写真撮影法
- ・映画撮影法
- ・クロノサイクログラフ
- ・ストロボスコープ
- ・ビデオテープレコーダー
- ・バゾグラフ
- ・電気角度計

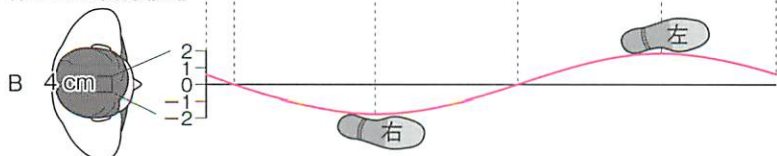
など

① 歩行時の重心移動

体重心の垂直移動



体重心の側方移動



歩行中の体重心の移動

(Neumann³⁾より、一部改変)

重心の位置：成人男性の重心の位置は、身長に対して床から

- ① () %の高さで、第② () 仙椎
③ () 2.5cmに位置する。

歩行時の重心の移動：上下左右方向とも④ () 曲線を描く。

重心の上下方向への移動：振幅は約⑤ () cm,

- ⑥ () に最高位、⑦ () 直後に最低位

重心の左右方向への移動：振幅は約4cm、⑧ () が左右への移動の限界。

解答

① ① 56 ② 2 ③ 前方 ④ 正弦 ⑤ 5 ⑥ 立脚中期 ⑦ 踵接地 ⑧ 立脚中期

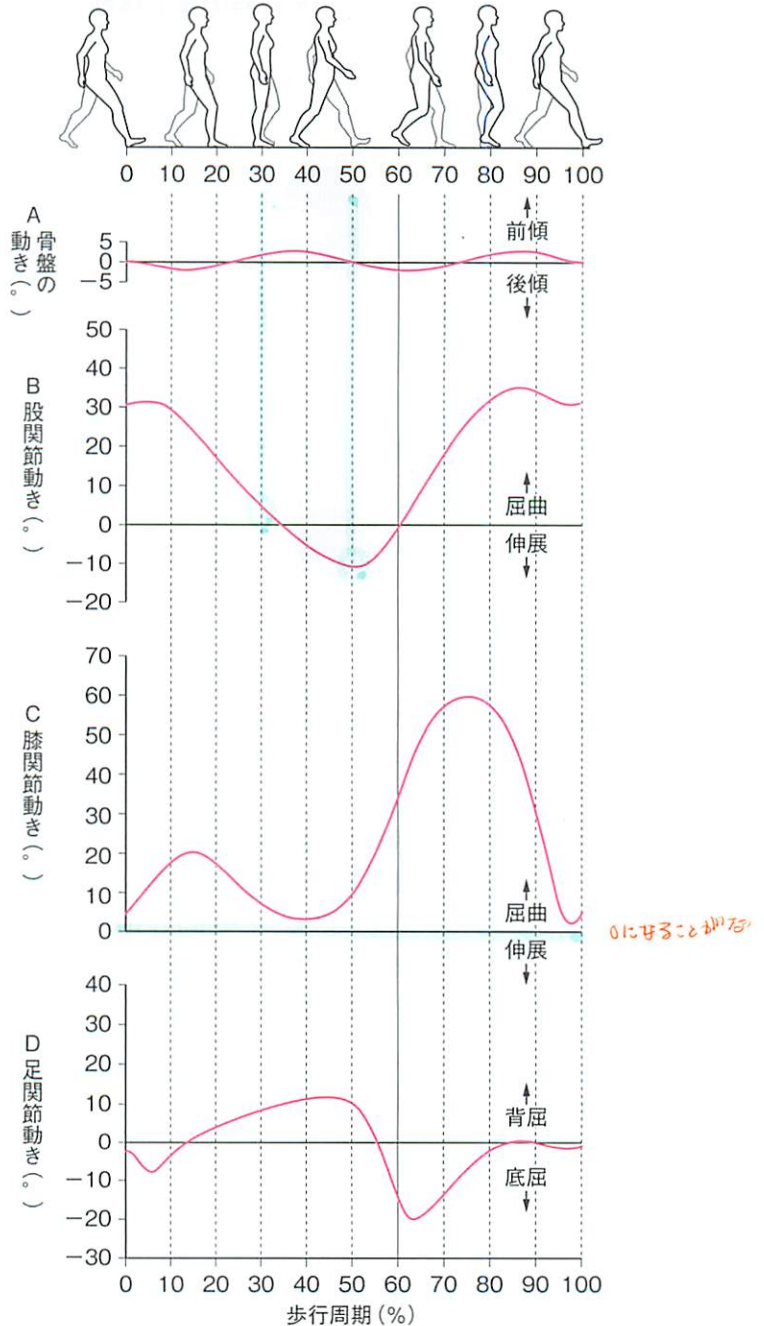
SIDE MEMO

② 歩行時の体節の回旋

骨盤の回旋角度は約①()である。

骨盤と大腿骨との相対的回旋角度は約②()である。

大腿骨と脛骨との相対的回旋角度は約③()である。



歩行周期における骨盤(A)、股関節(B)、膝関節(C)、そして足関節(D)の矢状面上での運動

(Neumann⁴⁾より、一部改変)

SIDE MEMO

③ 歩行時の下肢関節の角度変化

股関節：1歩行周期中に屈伸を各1回ずつ。

膝関節：1歩行周期中に屈伸を各①（ ）回ずつ。

足関節：1歩行周期中に屈伸を各2回ずつ。

体幹：体幹上部と下部は②（ ）方向に回旋する。

大腿骨や脛骨の内旋運動：③（ ）相初期から

④（ ）相初期に出現。

大腿骨や脛骨の外旋運動：⑤（ ）相初期から

⑥（ ）相初期に出現。

④ 歩行の決定因子

骨盤の回旋：自然歩行では、骨盤は①（ ）軸・②（ ）

面上で片側4°、両側8°の回旋。水平前額軸・矢状面上では踵接地時に

③（ ）は最大、④（ ）期に前傾は最大。

骨盤傾斜：一侧の立脚中期時に遊脚側に骨盤は前額面上で水平位より約

⑤（ ）°下方へ傾斜。

立脚相における膝関節屈曲：膝関節はほぼ⑥（ ）位で立脚

相の出発点である踵接地を迎え、その後の立脚相の進展に伴い、屈曲-

伸展-屈曲の動きをする。これを⑦（ ）という。この作用の

意義は、⑧（ ）時の衝撃の軽減と重心の⑨（ ）

移動を減らすことにある。

足関節と膝関節の機構：膝関節伸展時には足関節背屈、膝関節屈曲時に

は足関節底屈することで機能的に下肢の長さを一定化する。この意義

は重心の⑩（ ）移動を減らすことにある。

骨盤の側方移動：⑪（ ）時に骨盤は最も側方移動をする。

この期には股関節は⑫（ ）位、大腿骨や脛骨が生理的

⑬（ ）位にあるため、約3cmの側方移動で済んでいる。

解答 ② ① 8° ② 8° ③ 9°

③ ① 2 ② 逆 ③ 遊脚 ④ 立脚 ⑤ 立脚 ⑥ 遊脚

④ ① 垂直 ② 水平 ③ 後傾 ④ 立脚中 ⑤ 5 ⑥ 伸展 ⑦ 二重膝作用

⑧ 踵接地 ⑨ 上下 ⑩ 上下 ⑪ 立脚中期 ⑫ 内転 ⑬ 外反

SIDE MEMO

⑤ 歩行時の上肢の運動

歩行時の左右交互になされる上肢の振り子運動は、体幹の

- ① () 運動をできるだけ打ち消して進行方向に
② () を安定化させるためである。

解答 ⑤ ① 回旋 ② 視線

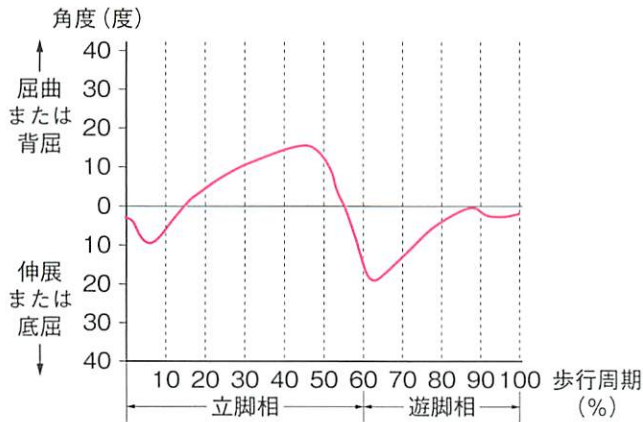
基礎問題

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

- ・成人における重心の位置は第①() 仙椎の前方に位置する。
- ・歩行時の重心移動の軌跡は、上下方向および左右方向ともに②() 弦波を描く。
- ・成人男子の自然歩行時における重心の上下移動の振幅は約③() cmで、
④() 時に最も高くなり、⑤() 直後に最も低くなる。
- ・成人男子の自然歩行時における重心の左右移動の振幅は約⑥() cmで、
⑦() 時に最も側方に位置する。
- ・歩行時に上肢を振る意義は頭部を進行方向に固定するために不必要な体幹の⑧()
を打ち消すところにある。
- ・歩行時に前額面からみて、遊脚側に骨盤が水平位から約5°⑨() に傾斜する時期
は⑩() である。
- ・歩行時における二重膝作用の意義は⑪() 時の衝撃の軽減と重心の
⑫() 移動を減少させることにある。

演習問題

- 歩行について正しいのはどれか。2つ選べ。
 - 重心点の高さは立脚中期に最大となる。
 - 歩行速度は重複歩時間に比例する。
 - 両脚支持期は1歩行周期に1回ある。
 - 歩行率は一般に男性が女性よりも高い。
 - エネルギー効率は快適歩行速度で最もよい。
- 歩行中の矢状面上の関節運動を図に示す。この関節はどれか。



- 肩関節
 - 肘関節
 - 股関節
 - 膝関節
 - 足関節
- 正常歩行時の矢状面における重心移動について正しいのはどれか。
 - 歩行速度が増すと重心軌道の高低差は小さくなる。
 - 1歩行周期において重心軌道は一峰性を示す。
 - 重心の移動速度は立脚中期で最も速くなる。
 - 重心が最も高くなるのは荷重反応期である。
 - 重心が最も低くなるのは踵接地期である。
 - 正常歩行時の重心移動幅の減少への関与が小さいのはどれか。
 - 骨盤傾斜
 - 二重膝作用
 - 膝関節の回旋
 - 骨盤の回旋運動
 - 骨盤の側方移動

3

運動力学的歩行分析

月 日

SIDE MEMO

▶運動力学的歩行分析

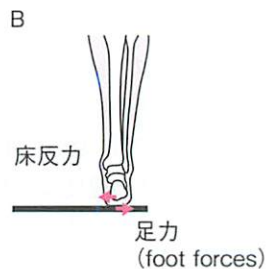
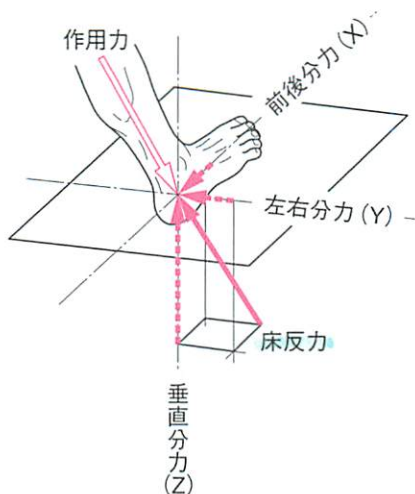
歩行と力との関連から歩行を解析することを運動力学的歩行分析という。

以下の測定がある。

- ・床反力測定
- ・足底圧痕測定
- ・加速度測定
- ・積分筋電図解析

① 足力と床反力

片脚立ち位や歩行時には立脚側の足底が床面を下方に押すことになるが、その押す力を足力といい、その力と真逆な方向に同じ大きさの力(反力)が同時に生じる。この力のことを①(床反力)という。足力と①(床反力)はニュートンの第3法則である②(作用・反作用)の法則に従っている。



床反力の3方向の分力

(中村・他⁵⁾)

解答 ① ① 床反力 ② 作用・反作用

SIDE MEMO

▶ 床反力の3方向の分力

・ 左右側方への分力

(+ : 外側方向への力

(- : 内側方向への力

一側立脚相では内向きに働く。

・ 前後分力

(+ : 前方向への力

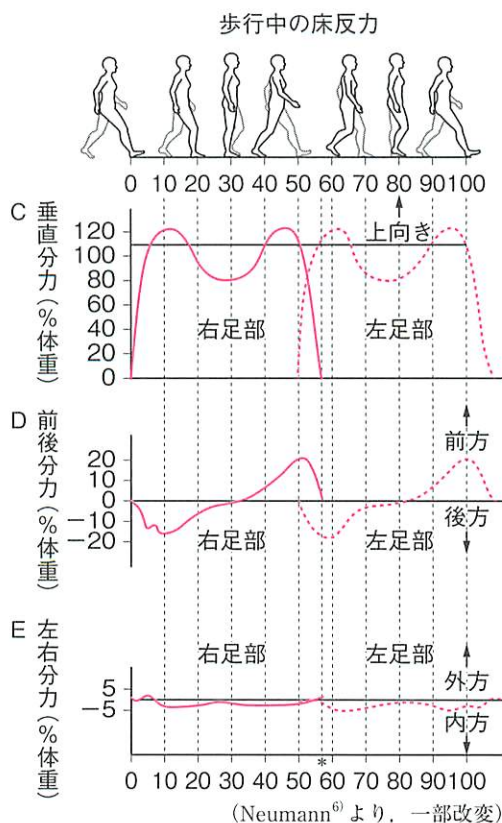
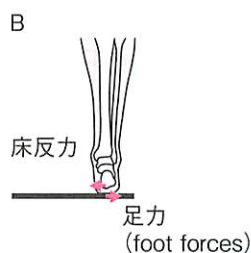
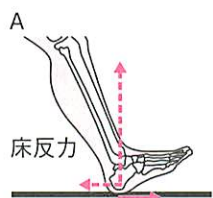
(- : 後方向への力

踵接地で後方への力が働き、一側立脚相で最大となる。その後、後方への力が減少し、立脚中期から前方への力が働くようになる。

・ 垂直分力

+ : 上方向への力

立脚相で上方へ働く力に2つのピーク期がある。第1ピーク期は立脚初期、第2ピーク期は立脚後期である。



② 床反力の3方向の分力

a. 垂直分力

支持面に対して垂直方向の力(上図のC: 上向きを+)

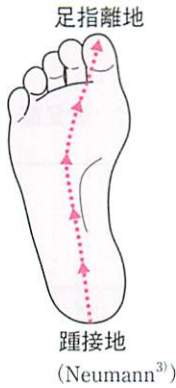
- ・ 垂直分力の第1ピーク: ① () 期に出現。この時期には体重心は下降するので身体の下向きの動きを減速させ、続いて身体を上向きに加速させるために体重より② () い垂直床反力が必要。その値は体重の約120%。
- ・ 垂直分力の第2ピーク: ③ () 期に出現。足関節底屈による押しと遊脚前期の身体の下方向運動を減速させるために体重より④ () い垂直床反力が必要。その値は体重の約120%。
- ・ ピーク間の谷: 立脚中期に出現。体重心の垂直方向への加速のために体重よりわずかに小さい垂直床反力が必要。

解答 ② a ① 荷重反応 ② 大き ③ 立脚終 ④ 大き

SIDE MEMO

足圧中心の軌跡

足底面における
圧中心 (CoP) の軌跡



b. 前後分力

進行方向で支持面に対して平行な力 (前図のD: 前向きを+)

前後方向の床反力は踵接地で① () 力として後ろ向きに働き、単脚支持期になると最大となる。その後徐々に後ろ向きの分力は減少し単脚支持期の中頃を転換点として前向きの② () 力に変わる。この力は単脚支持期から両脚支持期への移行期に最大。その値は体重の20%。

c. 左右分力

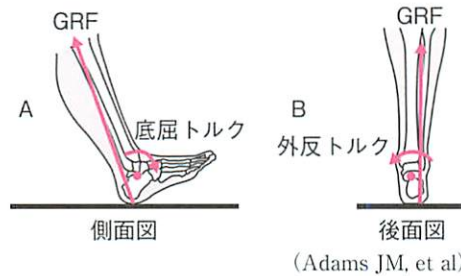
進行方向に直交し、支持面に対して平行な力 (前図のE: 外向きを+)

側方方向の床反力は最初の両脚支持期で外向きから内向きに転じ、単脚支持期の間は① () 向きに働いている。最大値は体重の5%。

③ 踵接地時の床反力によって生じるトルク

踵接地から足趾離地までの立脚中の足底にかかる圧力の中心を① () という。① () は踵接地時には踵中央部よりやや外側に位置し、その後中足部やや外側から前足部の第1または第2中足骨頭下に移動する。踵接地時に① () は床反力の作用点の役割を果たす結果、足関節の② () トルクおよび距骨下関節での③ () トルクを生じる。これらの外的トルクに抗するために背屈内反作用をもつ④ () によって制御される。

踵接地時、床反力によって発生するトルク



解答

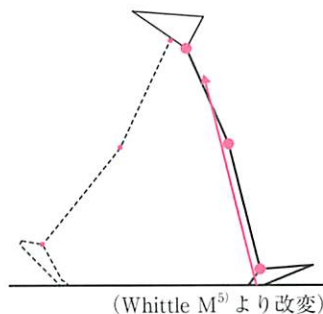
② b ① 制動 ② 推進 c ① 内

③ ① 足圧中心 ② 底屈 ③ 外反 ④ 前脛骨筋

SIDE MEMO

④ 荷重反応期と床反力

右下肢の荷重反応期における床反力は足関節と①()の後方を、股関節では②()を走行する結果、足関節底屈、膝関節③()および股関節屈曲を引き起こし、一般に言う膝折れ現象を生じさせる。通常これに抗するために足関節④()筋、膝関節⑤()筋、股関節⑥()筋が動く。



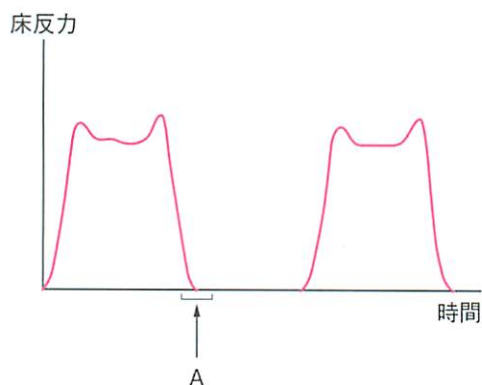
解答

④ ① 膝関節 ② 前方 ③ 屈曲 ④ 背屈 ⑤ 伸 ⑥ 伸

MEMO

演習問題

1. 健康成人の歩行時の床反力の垂直分力(片側)を図に示す。床反力を計測している側の筋のうち、Aの時点で収縮力が増加するのはどれか。



1. 大殿筋
 2. 中殿筋
 3. 大腿二頭筋
 4. 前脛骨筋
 5. 腓腹筋
2. 正常歩行時の床反力で誤っているのはどれか。
1. 垂直分力は2峰性の波形を示す。
 2. 垂直分力の最大値は体重を超える。
 - ③ 左右分力は立脚中期には外向きに働く。
 4. 前後分力は足底接地時には後ろ向きに働く。
 5. 前後分力は爪先離地時には前向きに働く。

4

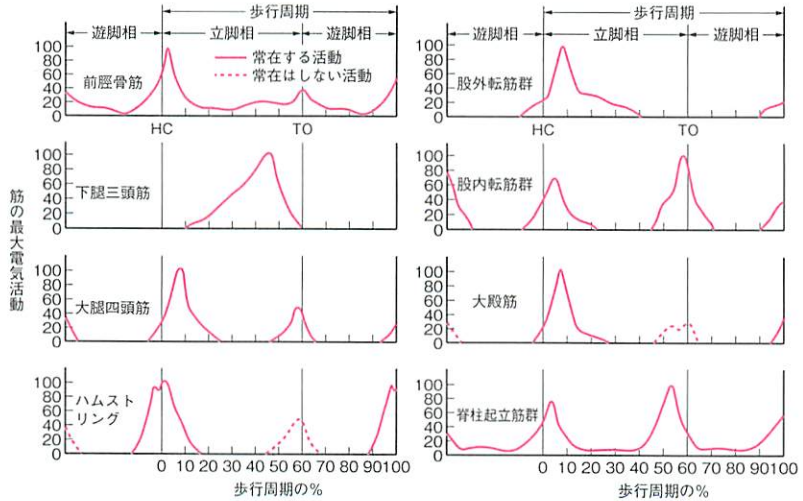
歩行時の筋活動

月 日

SIDE MEMO

歩行時の筋活動については、一般には筋電図での測定結果を通して語られる。その場合、筋が求心性収縮しているのか、遠心性収縮しているのかなどの収縮様態までは筋電図からは不明であるため、それを理解するためには筋電図上の筋活動量と実際の動きとの照合が重要となる。

① 歩行周期からみた筋活動



主要筋群の歩行時筋活動時期

(Eberhart et al. 1954)

歩行周期全体を通して活動する筋

- ① (), 前脛骨筋などの足関節背屈筋群。

初期接地から立脚中期にかけて活動する筋

- 脊柱起立筋, 大殿筋, ② (), 股関節内転筋群,

- ③ (), ハムストリングス, 足関節背屈筋群。

立脚終期に活動する筋

- ④ ()・ヒラメ筋・後脛骨筋・長母趾屈筋などの底屈筋群, 脊柱起立筋。

遊脚相加速期に活動する筋

- 腸腰筋・大腿直筋などの股関節屈筋群, 股関節内転筋群,

- ⑤ ()などの足関節背屈筋群。

遊脚相減速期に活動する筋

- ⑥ (), 大腿四頭筋, 前脛骨筋などの足関節背屈筋群。

遊脚相全般に活動する筋

- ⑦ ()・長趾伸筋・長母趾伸筋などの足関節背屈筋群。

解答

- ① ① 脊柱起立筋 ② 股関節外転筋群 ③ 大腿四頭筋 ④ 腓腹筋 ⑤ 前脛骨筋
⑥ ハムストリングス ⑦ 前脛骨筋

SIDE MEMO

② 機能面からみた主な筋活動

股関節外転筋群：特に片脚支持期にかけて遊脚側に①（ ）が沈下しないように関与→②（ ）現象が出現しないように関与。

股関節内転筋群：特に立脚初期に③（ ）筋群と共同して骨盤の安定化に関与。

股関節伸展筋群：遊脚終期における下肢の④（ ）に関与し、その後の立脚中期までの股関節の⑤（ ）と体幹の前方へのジャックナイフ現象の予防に関与。特に荷重反応期から立脚中期には大腿四頭筋とともに膝⑥（ ）に関与。

大腿四頭筋：荷重反応期は⑦（ ）収縮することで衝撃吸収と過度の膝屈曲を防ぐ→⑧（ ）予防。その後立脚中期まで体重支持に関与。

ハムストリングス：遊脚相終期における下肢の減速に関与し、その後⑨（ ）とともに膝関節の安定化に関与。

足関節背屈筋群：遊脚相全般にわたり足関節背屈位保持に関与すると同時に⑩（ ）時における足関節の固定に関与。

下腿三頭筋：立脚終期における⑪（ ）に関与。

脊柱起立筋群：歩行周期全般にわたり活動し、体幹の⑫（ ）へのジャックナイフ現象の予防に関与。

解答

- ② ① 骨盤 ② トレンデレンブルグ ③ 外転 ④ 減速 ⑤ 伸展 ⑥ 伸展
⑦ 遠心性 ⑧ 膝折れ ⑨ 大腿四頭筋 ⑩ 初期接地または踵接地
⑪ 蹴り出し ⑫ 前方

MEMO

基礎問題

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

- ・筋電図では①()収縮や遠心性収縮および等尺性収縮といった筋収縮様態を区別できない。
- ・歩行相全般に活動する筋は②()群と足関節背屈群である。
- ・遊脚相全般に活動する筋は前脛骨筋をはじめとした足関節③()筋群である。
- ・立脚④()期に活動が増加する筋は、腓腹筋、⑤()、後脛骨筋、長母趾屈筋、長趾屈筋、腓骨筋群などで足部の蹴り出しに関与する。
- ・大腿四頭筋は初期接地から立脚中期までの間の⑥()の予防に関与する。
- ・ハムストリングスは、遊脚終期における下肢の⑦()速に関与し、その後は大腿四頭筋とともに⑧()の予防に関与する。
- ・初期接地から立脚⑧()における大殿筋の活動量が増加する理由は、股関節⑨()のためである。
- ・股関節外転筋群が弱化すると⑩()歩行を呈する。

演習問題

1. 歩行の遊脚相に働く筋で誤っているのはどれか。
 1. 腸腰筋
 2. ハムストリングス
 3. 腓腹筋
 4. 前脛骨筋
 5. 脊柱起立筋
2. 正常歩行で求心性収縮を示すのはどれか。2つ選べ。
 1. 立脚初期の中殿筋
 2. 踵接地期の前脛骨筋
 3. 踵離地期の下腿三頭筋
 4. つま先離地期の腸腰筋
 5. 踵接地期直前のハムストリングス
3. 正常歩行の全歩行周期にわたって筋活動がみられるのはどれか。
 1. 下腿三頭筋
 2. 大腿四頭筋
 3. ハムストリングス
 4. 中殿筋
 5. 脊柱起立筋

5

小児の歩行

月 日

SIDE MEMO

▶ 自律歩行

初期起立の姿勢で体を前傾させるとあたかも歩行しているかのように交互に足を踏み出すこと。

① 小児の起立と歩行（発達段階からみた）

生後1～2カ月：①（ ）反応による初期起立，初期起立の姿勢で体幹を前傾させると下肢を踏み出す自律歩行の出現。

生後3カ月：初期起立，自律歩行の消失。

生後5カ月：体幹保持にて全体重を足底で支持。

生後6カ月：体幹保持にてその場での足踏み。

生後8カ月：つかまり立ち。

生後11カ月：物につかまって立ったり座ったり，つかまり歩き。

生後②（ ）カ月：座位からの立ち上がり，支持なしでの歩行（処女歩行）。

生後18カ月：比較的転倒なく早歩き。

生後24カ月：転倒しないで走る。

生後36カ月：片脚立ちができる。

6歳：成人型の歩行になる。

上記の発達段階には個人差がある。通常生後②（ ）カ月前後でみられる処女歩行が2歳前後にずれ込むこともある。それぞれの動作を獲得していく順序には個人差はあまりない。

② 小児の歩行の特徴

- ・通常，1歳から1歳半では支持なしでの歩行が可能である。この時期の歩行の特徴は踵から接地するのではなく，①（ ）全体で接地する。歩行周期全般を通し，股関節②（ ）位で歩隔を広くしたワイドベースでの歩行パターンを示す。結果，③（ ）方向への安定性は良好となるが，反面④（ ）方向の安定性が低下するため，前後に転倒しやすい。歩きの覚えはじめにはあたかも万歳をするかのように⑤（ ）を挙上する。
- ・2歳児では，踵からの接地が認められワイドベースの割合は減少する。立脚中期からつま先離地までに膝の⑥（ ）が出現してくる。

解答 ① ① 陽性支持 ② 12

② ① 足底 ② 外転 ③ 左右 ④ 前後 ⑤ 上肢 ⑥ 屈曲

- ・3歳児では、踵接地や各関節の連動した動き、⑦()肢の交互振りなどが認められ、成人に近い歩容を示す。
- ・加齢とともに、単脚支持期(%), 歩幅(cm), 歩行周期(sec)は長くなり、歩行速度(m/分)は速くなる。反面、⑧()(歩/分)は低下する。

解答 ② ⑦ 上 ⑧ 歩行率

基礎問題

次の文のうち正しいものに(○), 誤っているものに(×)を記入しなさい。

- ①() 小児歩行の発達過程には個人差がある。
- ②() 小児歩行の動作遂行が可能となる順番には個人差がある。
- ③() 下肢の運動制御の方が体幹運動の制御の完成より早い。
- ④() 小児歩行での立脚接地は足尖接地である。
- ⑤() 歩行開始直後の上肢は拳上位である。
- ⑥() 2歳児で踵接地が可能となる。
- ⑦() 小児歩行では前額面での安定性は低い。
- ⑧() 小児歩行では矢状面での安定性は高い。

演習問題

小児歩行の特徴で誤っているのはどれか。

1. 前額面に比べて矢状面では安定している。
2. 上肢は肘屈曲位である。
3. 足底全体で接地する。
4. 遊脚期に股関節は外転する。
5. 歩隔は大きい

6

異常歩行

月 日

SIDE MEMO

▶ 酩酊歩行

酒に酔ったときのようにふらついて一直線上を歩けないような歩行。

▶ 小刻み歩行

歩幅が小さく、足底が地面をこするような歩行。

▶ 突進歩行

体の重心の移動に下肢が後からついていくような現象で、重心方向に歩き続け、歩行を止められなくなったり、方向転換ができない歩行。

▶ 分廻し歩行

遊脚側下肢の振り出し時に外側に円を描くような歩行。

▶ 鶏歩 (steppage gait)

まるで鶏が歩くような形をとる。遊脚期に膝を高く上げ、つま先から接地する歩行。

▶ 反張膝歩行

正常な膝関節の最大伸展位を 0° とすると、それ以上の過伸展位での歩行。

▶ 失調性歩行

下肢の深部表在感覚低下や脱失のため、立位歩行のバランスが悪い状態である。ゆえに、ワイドベースにして床にしっかりと足を踏みしめて視覚や上肢で確認しながら歩行しようとする。

ここでのいう異常歩行とは歩容が健常者と異なっている場合を指す。

① 異常歩行の観察

前後ならびに左右から観察する。

a. 一般所見

- ・運動の① () : 右半身と左半身との時間のずれのもとでの対称性。
- ・運動の円滑さ : ぎこちなさやよろめきの有無と、有るとした場合のその程度。
- ・腕の振りの程度 : 腕の振りの有無と、有るとした場合のその程度。
- ・体幹の動き : 前後ないしは左右への傾きの有無と、有るとした場合のその程度。
- ・身体の② () 運動 : 頭部や肩の上下動を通して、その動きの円滑さや程度。

b. 特殊所見

- ・頭部や肩の位置。
- ・① () の前後方向への傾き。
- ・股関節や膝関節の可動域や② () ・拘縮。
- ・足関節の動き。
- ・踵接地、立脚中期、つま先離地における足の状態。
- ・疲労の有無と、有るとした場合のその程度。
- ・③ () の有無と、有るとした場合のその程度。

解答 ① a ① 対称性 ② 上下

b ① 骨盤 ② 変形 ③ 疼痛

SIDE MEMO

▶ 間欠性跛行

歩行中に下肢のしびれ、脱力、疼痛のために歩行パターンやリズムが崩れて歩行困難となるが、しばらく休息するとまた歩行が可能となること、椎間板ヘルニアや脊柱管狭窄症、閉塞性動脈硬化症などで起こる。

▶ 踵打ち歩行

踵接地時に踵を地面に打ちつけるような歩行をいう。

▶ トレンデレンブルグ歩行

患肢による片足立ちの際、遊脚側の骨盤が下降することにより腰や上体を左右に振る歩行。

▶ アヒル歩行(動揺性歩行)

アヒルが歩いているように殿部を左右に振りながら腰椎の前弯増強が加わった歩行。中殿筋、小殿筋の筋力低下や両股関節脱臼で起こる(両側性のトレンデレンブルグ歩行)。

▶ はさみ足(脚)歩行

両下肢の緊張が高く、つばった状態で両下肢を膝部で交差させた状態での歩行。

▶ 草刈り歩行

下肢の動きがまるで草刈りがまるで草を刈るようなパターンをとる歩行。

▶ 円書き歩行

下肢で円を描くように回しながら歩行する。草刈り歩行と同義。

② 異常歩行とその原因

a. 筋骨格系障害による異常歩行

疾患・障害	異常歩行
3cm以上の脚長差	① () 相のつま先立ち歩行
股関節屈曲拘縮	腰椎前弯、拘縮側の足部が常に健側の足部より② () 方に位置する
膝関節伸展拘縮	遊脚相での患側③ () 歩行または外転歩行、のびあがり歩行
足関節尖足変形	遊脚相での④ () 歩、のびあがり歩行、立脚相での⑤ () 接地、反張膝歩行
足関節踵足変形	足尖離地なし、蹴り出しなし
膝関節の不安定	⑥ () 歩行

b. 疼痛性障害による異常歩行

腰背痛	両側性	体幹前屈位、歩行速度が遅い
	片側性	前屈と① () 屈位
股関節痛		股関節は屈曲・外転・② () 位になりやすい
膝関節痛		膝③ () 位、患側つま先歩き
腰部脊柱管狭窄症		④ ()

解答

② a ① 立脚 ② 前 ③ 分廻し ④ 鶏 ⑤ つま先 ⑥ 反張膝

b ① 側 ② 外旋 ③ 屈曲 ④ 間欠性跛行

SIDE MEMO

c. 中枢・末梢神経障害による異常歩行

痙性片麻痺, ヒステリー性片麻痺	草刈り歩行, 円書き歩行, 反張膝歩行, ① () 歩行
痙性対麻痺, ヒステリー性対麻痺, 痙直型脳性麻痺, 筋ジストロフィー症	② () 歩行, アヒル歩行, はさみ足歩行
③ () 症候群	前屈姿勢, 小刻み歩行, 加速歩行, 突進歩行
小脳性障害, 前庭迷路系障害	④ () 歩行, よろめき歩行
脊髄性失調症, フリードライヒ病	失調性歩行, ⑤ () 歩行
弛緩性対麻痺, 坐骨神経麻痺, シャルコー・マリートゥース病	馬脚歩行, ⑥ () 歩
中殿筋麻痺	⑦ () 歩行(両側性: モンローウォーク, アヒル歩行)
大腿四頭筋筋力低下	反張膝歩行
⑧ () 筋力低下	反張膝歩行
⑨ () 神経麻痺	鶏歩
⑩ () 神経麻痺	踵歩行

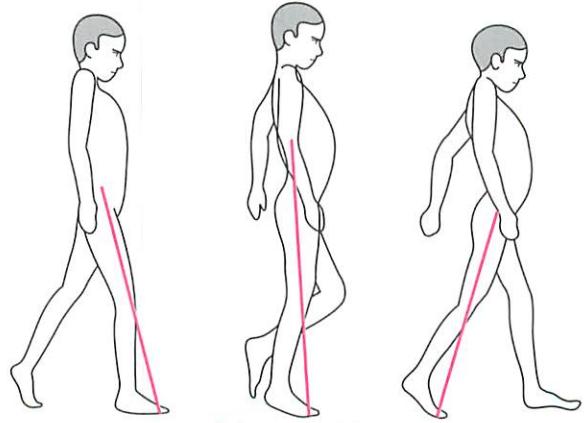
解答 ② c ① 分廻し ② 尖足 ③ パーキンソン ④ 酩酊 ⑤ 踵打ち ⑥ 鶏
⑦ トレンデレンブルグ ⑧ ハムストリングス ⑨ 腓骨 ⑩ 脛骨

3 異常歩行の例

a. デュシェンヌ型筋ジストロフィー症
の立位ポジション



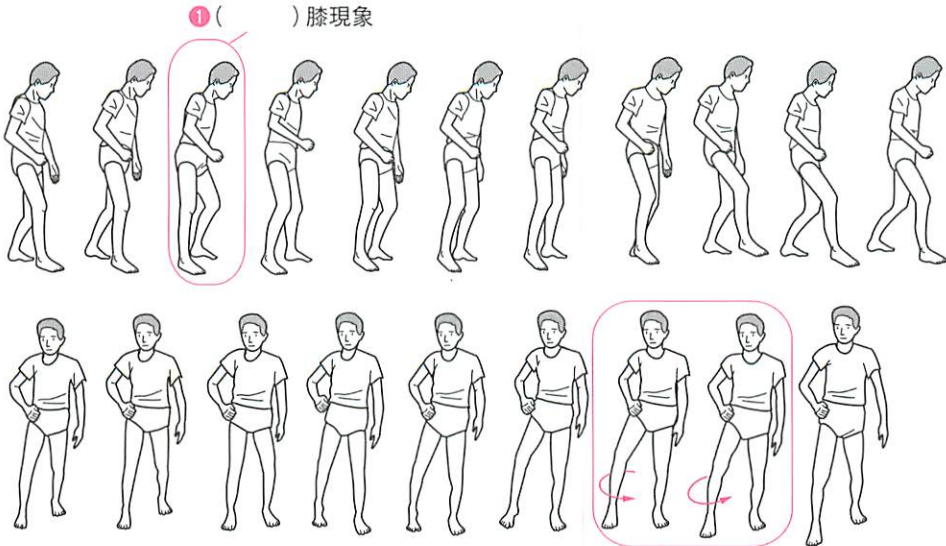
b. デュシェンヌ型筋ジストロフィー症患者の歩行



5 () 歩行

・腰椎の 1 () , 股関節 2 () , 上肢
3 () 位, 体幹 4 () 位にて歩行

c. 脳卒中片麻痺歩行



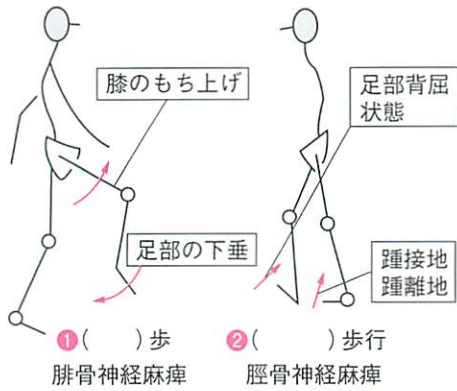
2 () 歩行

- ・ 3 () の肢位 (肩甲帯後退, 肩外転位, 肘屈曲位, 手部掌屈位, 手指屈曲位, 骨盤後退, 股屈曲・外転・外旋位, 足部内反尖足, 足指屈曲位)
- ・ 立脚期 4 () 膝
- ・ 遊脚期 5 () 歩行

解答 3 b ① 前弯 ② 屈曲 ③ 後方 ④ 反張 ⑤ 大殿筋

c ① 反張 ② 分廻し ③ マン・ウェルニッケ ④ 反張 ⑤ 分廻し

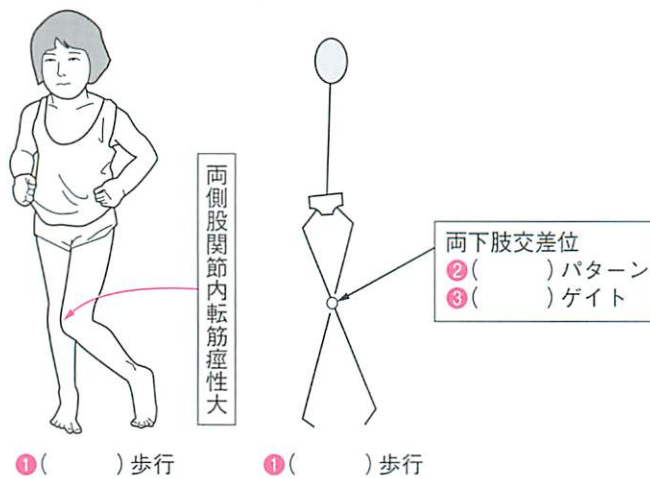
d. 末梢神経麻痺における異常歩行



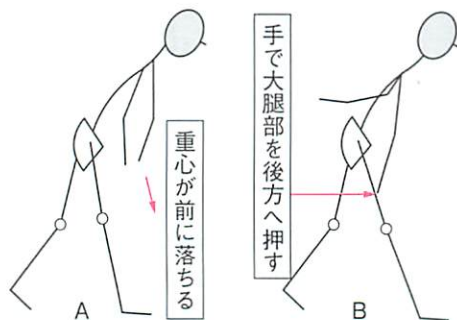
e. 中殿筋筋力低下時の異常歩行



f. 痙性両麻痺 (脳性麻痺) の異常歩行



g. 大腿四頭筋、① () 筋両方の筋力低下の異常歩行



解答

③ d ① 鶏 ② 踵打ち

e ① トレンデレンブルグ

f ① はさみ足(脚) ② シザース ③ クロスレッグ

g ① 大殿

基礎問題

次の異常歩行とその原因疾患を線で結びなさい(複数回答有り)。

- | | | |
|---------------|---|----------------------|
| ① 酩酊歩行 | ・ | ・ a. パーキンソン症候群 |
| ② アヒル歩行 | ・ | ・ b. 膝伸展強直 |
| ③ 小刻み歩行 | ・ | ・ c. 中殿筋筋力低下 |
| ④ はさみ足歩行 | ・ | ・ d. 小脳性失調症 |
| ⑤ 分廻し歩行 | ・ | ・ e. 大腿四頭筋筋力低下 |
| ⑥ のびあがり歩行 | ・ | ・ f. シャルコー・マリー・トゥース病 |
| ⑦ トレンデレンブルグ歩行 | ・ | ・ g. 腰部脊柱管狭窄症 |
| ⑧ 反張膝歩行 | ・ | ・ h. 痙性対麻痺 |
| ⑨ 鶏歩 | ・ | ・ i. 痙性片麻痺 |
| ⑩ 間欠性跛行 | ・ | ・ j. 筋ジストロフィー |
| | | ・ k. 足関節尖足変形 |

MEMO

演習問題

1. 疾患または症候と異常歩行の組合せで誤っているのはどれか。
 1. 運動失調——酩酊歩行
 2. Parkinson病——すくみ足歩行
 3. 脳卒中片麻痺——尖足歩行
 4. 総腓骨神経麻痺——分回し歩行
 5. 両下肢痙性麻痺——はさみ脚歩行

2. 麻痺のために鶏歩を呈するのはどれか。
 1. 腓腹筋
 2. ヒラメ筋
 3. 前脛骨筋
 4. 大腿二頭筋
 5. 大腿四頭筋

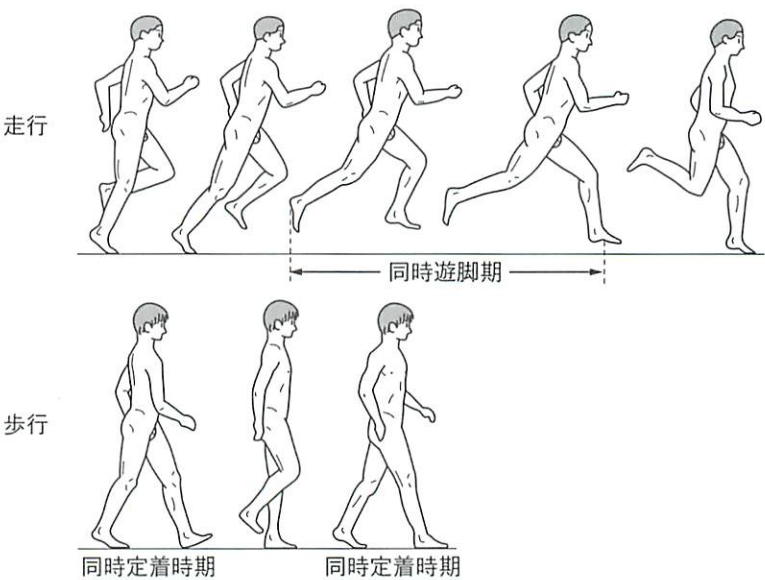
3. 片麻痺患者の反張膝の原因で誤っているのはどれか。
 1. 股関節伸展拘縮
 2. ハムストリングスの筋力低下
 3. 大腿四頭筋の筋力低下
 4. 腓腹筋の痙縮
 5. 足関節の尖足拘縮

4. 脳卒中片麻痺による痙性歩行の患肢の特徴で誤っているのはどれか。
 1. 立脚期の短縮
 2. 遊脚期の股関節内旋
 3. 尖 足
 4. 足部の内反
 5. 反張膝

SIDE MEMO

- ▶走行とは
- 歩行速度を速めること、同時定着時期が消失し、同時遊脚期が出現する。
- ・走行では、歩行時でいう立脚相を支持相または駆動相という。
 - ・走行では、歩行時でいう遊脚相を非支持相または飛翔期という。
- ▶走行時の接地
- ・速い走行では足底の前外側（小指球）。
 - ・ゆっくりとした走行では足底全体。
 - ・さらに遅い走行では踵接地。

① 走行と歩行の比較



	走 行	歩 行
両脚同時定着期	① ()	有
両脚同時遊脚期	② ()	無
立脚相の支持・加速・減速	支持・加速（駆動）	支持・加速・減速
接地	③ () 接地	踵接地
接地時の衝撃	大：衝撃緩和のための膝屈曲大	小
体幹前傾角度	大	小
膝屈曲角度	④ ()	小
肘屈曲角度	⑤ ()	小
スタート時のエネルギー	大	小
地面との摩擦	大	小

解答 ① ① 無 ② 有 ③ 母指球または小指球 ④ 大 ⑤ 大

② 走行の特徴

- ・通常の走行では支持相と非支持相の時間的比率はそれぞれ約50%であるが、速度を①()すと支持相の比率が減少し、非支持相が増加する。
- ・走行速度は重複歩長(ストライド)とその頻度(ピッチ)との積で表す。通常、身長の高い人は脚長が長いために重複歩長も②()くなるので、高身長者と低身長者とが同じ速度で走行するには、低身長者は重複歩のピッチを③()げなければならない。
- ・走行時の重心の上下移動は歩行に比較して大きい。
- ・長距離走と短距離走時の重心の上下移動の比較においては、④()距離走では比較的平坦となるが、⑤()距離走では著しい。
- ・走行時の床反力の垂直分力は、支持脚が接地した直後には体重の⑥()倍、支持相中期には体重の⑦()倍となる。
- ・走行での加速時には体幹は5~7°くらい⑧()し、速度が維持されてくると体幹は垂直位となる。
- ・走行時の腕の振りは骨盤回旋と下肢の運動に相反した動きを示し、肘はほぼ⑨()、前腕中間位あるいは軽度回内位となる。速度が増すと⑩()への腕の振りが大きくなる。

解答

② ① 増 ② 長 ③ 上 ④ 長 ⑤ 短 ⑥ 2 ⑦ 2.5~3 ⑧ 前傾 ⑨ 直角
⑩ 後方

基礎問題

次の()の中に適切な語句を記入しなさい。

- ・走行における立脚相は、その機能面から考えて①()相といい、また、両足が地面から離れている時期を②()期または③()相という。この①相と②相は各々約50%で同率であるが、速度が増すと①相が④()する。走行中に疲労すると①相は⑤()する。
- ・走行速度は、⑥()の距離と⑦()の積によって表される。条件が一定の場合は⑥が長く、⑦が高ければ⑧()走行となる。
- ・歩行と比較して走行の場合、⑨()の上下動は著しく、力学的エネルギー消費も⑩()い。支持脚が接地した直後の床反力の垂直分力は体重の約⑪()倍。支持中期には約⑫()倍になる。
- ・加速走行中の体幹は約⑬()度⑭()傾し、ある一定速度に達すると体幹を⑮()位にした走行となる。
- ・走行中の腕の振りは、⑯()のズレに対する⑰()保持の役割がある。肘関節の角度は約⑱()°。前腕は中間位あるいは、軽度⑲()位をとる。手は軽く振り、走行速度が増すと⑳()方への振りが大きくなる。

演習問題

走行について誤っているものはどれか。

1. 走行には両足が同時に接地して体重を支持する時期がない。
2. 走行には両足が完全に地面から離れている時期がある。
3. 走行では必ず母指球で接地し、母指球で蹴り出す。
4. 走行では母指球が重心近くに接地するため、地面からの反作用が大きい。
5. 走行では加速度を強くするため、足と地面との間の摩擦が重要である。

MEMO



8

第8章 運動学習

1 学習と記憶……244

2 運動技能と学習曲線……249

1

学習と記憶

月 日

SIDE MEMO

① 学習 (learning)

a. 学習とは

過去の経験によって生じる①() (behavior) の永続的変化であり、環境への②() 現象とみなされる。

→人はこの学習能力をもっているために複雑な運動行動であってもさまざまな運動パターンを組み合わせるなどしてそれを遂行している。

b. 学習方法

1) ①() (exercise) あるいは②() (practice) によるもの。

2) ③() (transfer) によるもの。

c. 学習の特徴

個体内に生じた変化であり、その変化は行動を通して観察される。

1) 結果として①() に変化を起こす。

2) 練習ないしは経験の②() として起こる。

3) 結果として比較的③() する変化である。

4) 直接的に観察することはできない。

d. 学習の種類

①() 学習と②() 学習の2型がある。

①() 学習とは、楽器の演奏や車の運転、スポーツから手芸に至るまでの運動技能の学習をいう。一定のレベルの技能を維持するために反復練習が必要となる。

②() 学習とは、特定の人の顔や景色あるいは絵画や音楽などを知っているといった比較的単純なことから、外国語の学習や各種の学問に関することなどといった複雑なことまである。

解答 ① a ① 行動 ② 適応

b ① (反復) 練習 ② 実践 ③ 転移

c ① 行動 ② 結果 ③ 永続

d ① 運動 ② 認知

SIDE MEMO

e. 学習の段階

以下の3段階を経て技能は向上する。自転車に乗れるようになったことを例とする。

1) 初期相(認知相, 言語-認知段階)

自転車が動く仕組みの理解, 自転車の部品の名称とその機能の理解などを通して①()レベルでの巧みな自転車操作についての戦略を思考する段階。

2) 中間相(連合相, 運動段階)

ハンドルを両手で持ち, 一方の足をペダルにかけ, 片方の足で地面を蹴りながら自転車を走らせる。この時に自転車の姿勢を乱さないように注意しながら, 適当なところで蹴りに使っていた足を反対側のペダルにかけるように自転車をまたがせ, 殿部をサドルに載せ, 両足でペダルを漕ぐ。カーブの手前でブレーキを使い自転車を減速させ, カーブの曲率に合わせハンドルを操作する。これら一連動作を円滑に行えるようになる段階。

この段階で重要なことは動作中の感覚情報のフィードバックと②()(knowledge of results, KR)である。自転車の操作中の感覚情報やハンドル操作の誤りや足の蹴り出すタイミングの誤りで転倒といった結果がKRとなってその修正を図る。これを幾度となく繰り返すことで円滑に自転車に乗れるようになる。

3) 最終相(自動化相, 自動段階)

中間相の延長ではあるが, 自転車に乗りそれを操作することに一切の無駄がなく素早くできるようになる。場合によっては視覚を遮断しても自転車操作ができるレベルまで③()された段階。



解答

① e ① 言語 ② 結果の知識 ③ 自動化

SIDE MEMO

▶マジカルナンバーとチャンク

7±2という数は、短期記憶での記憶容量のことをいい、「マジカルナンバー」と呼ばれている。一般的に人は数字なら約7個、文字なら約6個、単語なら約5個を短期記憶として記憶できるとされる。

「チャンク」とは、前述のマジカルナンバーを認知心理学の「ワーキングメモリ」の観点からとらえ直したもので、「言葉の一塊」といった概念のこと。例えば「コーヒーカップ」を仮名7文字として知覚すると7チャンク、「コーヒー」と「カップ」として理解すれば2チャンク、「コーヒーカップ」として理解すれば1チャンクとなる。人が一度に覚えられるチャンク数には限りがあり、7±2とされる。心理学や脳科学の世界では、人間はこの「チャンク」の単位で世の中の事象をとらえているとされる。

② 記憶(memory)

a. 記憶とは

① () による成果のことであり、① () したことを過去の実験としていつでも表出できる状態に保持していることである。

b. 記憶の過程

① () (または符号化) → 保持(または貯蔵) → ② () (または検索) → 忘却

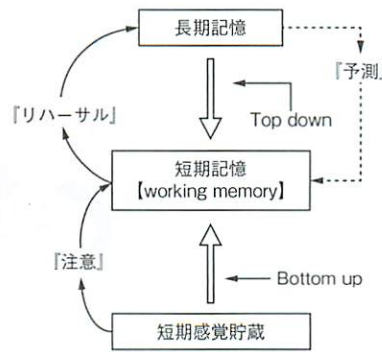
c. 記憶構造(情報を保持している時間に基づく分類)

1) 感覚記憶(sensory memory)または短期感覚貯蔵(short sensory storage)

瞬間の記憶のことで、その保持時間は250msec前後で、容量は① () である。次なる刺激が入力されるとすべての情報は失われてしまう。記憶が保持されているわずかな時間に「注意」が向けられた情報のみが② () 記憶に転送される。

2) 短期記憶(short term memory, STM)

記憶の保持時間が数秒間から数分間に及ぶもので、③ () ④ () の項目ぐらいいしか記憶保持できないほど容量は少ない。短期記憶を保持する、あるいは短期記憶を長期記憶に転送するためには、④ () ④ () を行う必要がある。④ () は復唱をはじめ、情報に意味づけをしたり、過去の情報と関連づけたりする方法で実施される。



記憶の機能と構造のモデル

(細田・他¹⁾)

解答 ② a ① 学習 b ① 記録 ② 想起
c ① 無限大 ② 短期 ③ 7±2 ④ リハーサル

SIDE MEMO

3) 長期記憶 (long term memory, LTM)

記憶の保持時間が数日から数年あるいは永続するものまであり、容量は⑤()である。

いったん長期記憶に保存された情報は永続するものであるが、「思い出せない」などの想起(または検索)不能状態に陥ることがある。長期記憶の忘却の原因説には、減衰説、⑥()、さらには検索失敗説がある。

これら3つの記憶構造の中で最も能動的に働くのは⑦()記憶である。外界からの情報は感覚記憶(または短期感覚貯蔵)を介して短期記憶へ送り込まれる(ボトムアップ過程)、一方外界からの情報を分析するために⑧()記憶から引き出された必要な知識が短期記憶へ送り込まれる(トップダウン過程)。ボトムアップによる情報だろうがトップダウンによる情報だろうが、これらは短期記憶構造の中で統合解釈され、結果その内容は⑨()記憶として保存される。

解答

② c ⑤ 無限大 ⑥ 干渉説 ⑦ 短期 ⑧ 長期 ⑨ 長期

基礎問題

次の()の中に適当な語句を記入しなさい。

- a. 学習とは、過去の経験によって生じる行動 (behavior) の永続的变化であり、環境への①()現象とみなされる。
- b. 学習方法には、②() (exercise) や③() (practice) によるものと、④() (transfer) によるものがある。
- c. 学習の特徴の1つに結果として⑤()に変化が生じるということがある。
- d. 運動学習とは、楽器の演奏や車の運転、スポーツから手芸に至るまでの⑥()の学習をいう。
- e. 個々の運動が協調した運動に統合されていく過程では、動作中の感覚情報のフィードバックやその時々動作⑦()後の結果をもとに動作が逐一修正されていく。
- f. 記憶 (memory) とは、⑧()による成果のことであり、⑧()したことを過去の経験としていつでも表出できる状態に保持していることである。
- g. 記憶の過程は、記銘 (または符号化) →⑨() (または貯蔵) →⑩() (または検索) →⑪()の順を経る。
- h. 記憶の種類には情報を保持している時間によって、⑫()と短期記憶および長期記憶とがある。これら3つの記憶構造の中で最も能動的に働くのは⑬()である。
- i. 短期記憶は、記憶の保持時間が数秒間から数分間に及ぶもので、⑭()つの項目ぐらいしか記憶保持できないほど容量は少ない。短期記憶を保持する、あるいは短期記憶を長期記憶に転送するためには、⑮()を行う必要がある。
- j. 短期記憶を長期記憶に転送するための⑯()とは、具体的には⑯()したり、情報に⑰()をしたり、過去の情報と関連づけたりすることをいう。
- k. ⑱()とは、付加的フィードバックの1つで、運動反応の結果に関する情報で、運動終了後に与えられる。

2

運動技能と学習曲線

月 日

SIDE MEMO

① 運動技能 (motor skill)

a. 技能 (skill)

最高の①()でしかも最少の②()消費、
ないしは最短の時間でしかも最少の②()消費で、
あらかじめ決められた結果を引き起こすように学習された能力。

覚醒レベル

普段通りにやればいい。
興奮するとうるくなこと
がない。



技能の向上

ナイスショット！
思った通りの弾道だ。
方向、飛距離文句なし。

動機づけ

2年ぶりの優勝を
目指すぞ！目標を
持つことは重要だ

b. 技能の構成要素

運動学習の測定には運動技能の判定を用いる。この技能を構成する要素は、

- 1) ③()
- 2) ④()
- 3) ⑤()
- 4) ⑥()の4つがある。

c. 運動技能を効率的に向上させる手順

- ⑦() → ⑧() → ⑨() ないしは
⑩()

解答 ① a ① 正確さ ② エネルギー

b ③ フォーム ④ 正確さ ⑤ 速さ ⑥ 適応性 (③～⑥は順不同)

c ⑦ フォーム ⑧ 正確さ ⑨ 速さ ⑩ 適応性 (⑨と⑩は順不同)

SIDE MEMO

d. 技能向上のための練習 (exercise) に必要な条件

運動技能の向上のためには練習が必要不可欠であるが、その練習に必要な条件は、次のとおりである。

- 1) 自己の⑪ () を意識していること。
- 2) パフォーマンスの結果に関する知識 (KR) を知っていること。
- 3) 技能向上への⑫ () や欲求があること。

e. 練習の効果

- 1) パフォーマンスの時間短縮。
- 2) ⑬ () の向上および⑭ () の減少。
- 3) 複雑な課題への適応性向上。
- 4) 課題遂行時の注意努力の⑮ () 。

② パフォーマンス (performance) と学習曲線 (learning curve)

a. パフォーマンス

課題を遂行するときに周囲から観察可能な行動のことで、このレベルを判定することで① () のレベルを知ることができる。

b. 学習曲線

練習期間や練習回数に対する② () の変化をグラフ化したもので、動きが運動学習を重ねていくにつれ洗練されていくように、試行を重ねるたびに学習反応の割合や強さなどの変化を示したものをいう。

c. 学習曲線のタイプ

学習曲線には4つのタイプがある。

- 1) 負の加速曲線 A：学習初期にはパフォーマンスは向上するが、その後は伸び悩む。比較的③ () な課題の場合に観察される。
- 2) 線形曲線 B：練習を積み重ねるたびにパフォーマンスは向上する。
- 3) 正の加速曲線 D：学習初期にはパフォーマンスはあまり向上しないが、その後は急速に伸びる。学習に時間を要する特殊な運動パターンの必要な課題で観察される。
- 4) S型曲線 C：正の加速曲線の変形で、個人のパフォーマンスが最高レベルに達した結果とみなされる。

解答

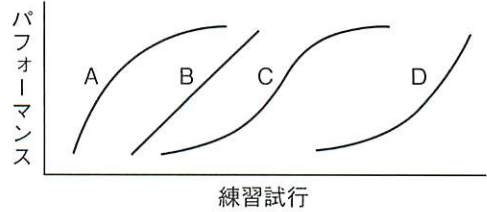
① d ① 目標 ⑫ 動機づけ e ⑬ 正確さ ⑭ 誤り ⑮ 減少

② a ① 運動技能 b ② パフォーマンス c ③ 容易 d ④ 動機づけ

SIDE MEMO

d. パフォーマンスと動機づけ

1) パフォーマンス = ④ () × 技能

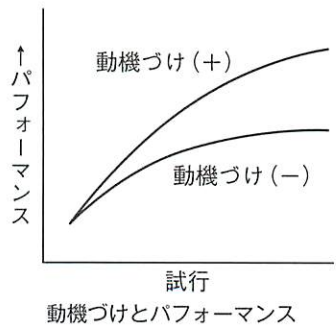


典型的な学習曲線

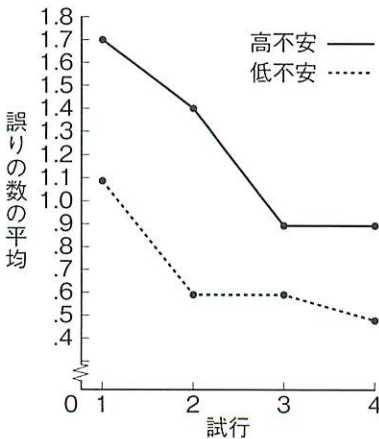
A: 負の加速曲線, B: 線形曲線, C: S型曲線,
D: 正の加速曲線

(Singer, 1968)

2) 同程度の技能レベルの場合は, 動機づけがあるとパフォーマンスは上昇

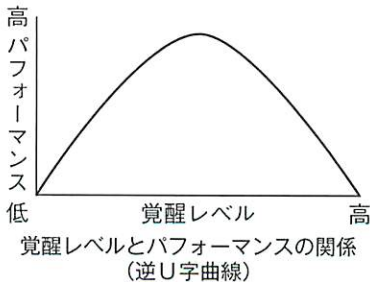


e. パフォーマンスと覚醒レベル



高不安群と低不安群の誤り数

(Singer, 1968)

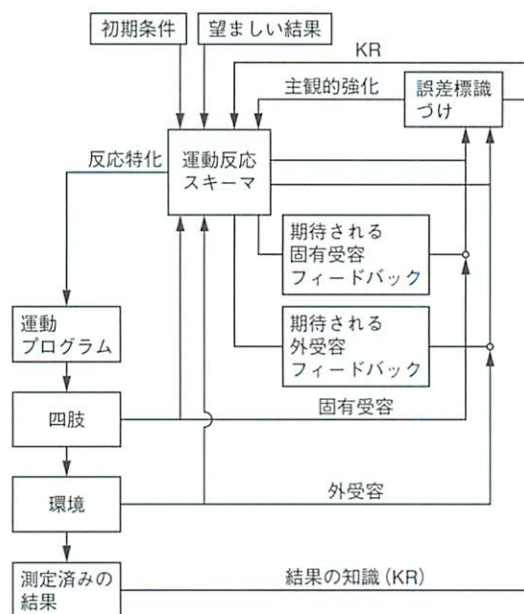


- 覚醒レベルには深い睡眠から極端に興奮した状態までの幅がある。
- 不安なときには覚醒レベルが⑤ () いが, この状態でパフォーマンスには誤りが⑥ () しい。

SIDE MEMO

- 3) パフォーマンスと覚醒レベルとの関係では、一般には⑦()
程度の覚醒レベルのとき最も高いパフォーマンスを発揮できると
される。→逆U字曲線仮説。
- 4) ゴルフのパットのときのように、集中力や弁別力、判断力を必要
とする繊細な動きの場合などは覚醒レベルは⑧()
程度以下がよい。
- 5) 強い筋力や速い関節運動などを必要とする動きの場合などは覚醒
レベルは⑨()の方がよい。

f. パフォーマンスとフィードバック (feedback)



シュミットのスキーマモデル (Schmidt 1975, 一部改変)
(中村・他²⁾)

- 1) パフォーマンス向上のためには、感覚情報のフィードバックと結
果の知識 (KR) が重要。
- 2) 感覚情報のフィードバックには筋感覚や関節覚などの
⑩() 情報と視覚や触覚あるいは聴覚などの
⑪() からの感覚情報とがある。
- 3) 結果の知識 (KR) はパフォーマンスの結果が良好なときに知覚する
身体運動の感じ (feeling) や指導者の賞賛や指摘のことで、その後
のパフォーマンスを実行する上での情報、⑫()、強
化の働きがある。

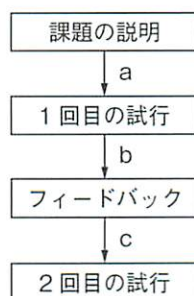
基礎問題

次の()の中に適当な語句を記入しなさい。

- a. 技能とは、最高の正確さでしかも最少の①()消費、ないしは最短の時間と最少のエネルギーの消費で、あらかじめ決められた結果を引き起こすように学習された能力とされる。
- b. 運動技能は、フォーム、②()、速さ、適応性の要素よりなる。
- c. 質の高い練習に必要な条件は、自己の目標を意識していること、パフォーマンスの③() (KR)を知ること、技能向上への④()や欲求があることなどである。
- d. 練習の効果のひとつに正確さの向上と⑤()の減少がある。
- e. 運動学習の初期にはパフォーマンスはあまり向上しないが、その後は急速に伸びる学習曲線を⑥()の加速曲線という。
- f. 恐怖や不安な時には覚醒レベルは⑦()く、この状態でのパフォーマンスには誤りが⑧()くなることより、覚醒レベルが⑦()いからといってパフォーマンスが良好とはいえない。
- g. パフォーマンスと覚醒レベルとの一般的な関係では、⑨()程度の覚醒レベルのとき最も高いパフォーマンスを発揮できるとされる。
- h. パフォーマンス向上のためには、感覚情報のフィードバックと⑩()が重要。

演習問題

- 運動技能に含まれないのはどれか。
 - フォーム
 - 正確さ
 - 速さ
 - 適応性
 - 柔軟性
- 運動技能獲得の効果で誤っているのはどれか。
 - 持久力の向上
 - 正確さの向上
 - 課題への適応性の向上
 - 集中力の向上
 - エネルギー消費効率の低下
- 人間の運動学習について誤っているのはどれか。
 - 練習を反復しても成績が向上しなくなった時期をプラトーという。
 - 成績の向上のためには懲罰でなく報酬を用いる。
 - ゴルフは野球のバッティングに正の転移をもたらす。
 - 容易な課題では覚醒レベルが高い方が成績がよい。
 - 技能の低下を防ぐためには過剰な学習が必要である。
- 脳機能に低下のない患者が単純な運動課題を学習する過程を図に示す。a, b, cの時間変化とその効果の説明で正しいのはどれか。



- aを短縮すると課題を理解しやすくなる。
- bを短縮すると運動感覚を把握しやすくなる。
- bを延長すると運動イメージを忘却しやすくなる。
- cを短縮すると誤差修正がしやすくなる。
- cを延長すると運動プログラムを保持しやすくなる。

付録

筋の作用と神経支配

筋の作用と神経支配

月 日

① 肩甲骨の動き

主動作筋	主な動作	神経支配	髄節
① () 筋	肩甲骨下制, 下方回旋, 外転	内側・外側胸神経	C7~T1
前鋸筋	肩甲骨外転, 上方回旋	② () 神経	C5~7
僧帽筋: 上部	肩甲骨③ ()	副神経, 頸神経叢筋枝	C2~4
: 中部	肩甲骨④ ()	副神経, 頸神経叢筋枝	C2~4
: 下部	肩甲骨⑤ ()	副神経, 頸神経叢筋枝	C2~4
: 全体	肩甲骨上方回旋, ⑥ ()	副神経, 頸神経叢筋枝	C2~4
⑦ () 筋	肩甲骨挙上	肩甲背神経	C2~5
⑧ () 筋	肩甲骨挙上, 内転, 下方回旋	肩甲背神経	C(4)~5~(6)

② 肩関節の動き

主動作筋	主な動作	神経支配	髄節
三角筋: 前部	肩関節屈曲, 水平屈曲	腋窩神経	C5~6
: 中部	肩関節外転, 水平伸展	腋窩神経	C5~6
: 後部	肩関節伸展, 水平伸展	腋窩神経	C5~6
: 全体	肩関節① ()	② () 神経	C5~6
棘上筋	肩関節外転	肩甲上神経	C5
③ () 筋 : 鎖骨部	肩関節屈曲, 水平屈曲	内側・外側胸筋神経 (前胸神経)	C5~Th1
③ 筋: 胸腹部	肩関節内転, 水平屈曲	内側・外側胸筋神経 (前胸神経)	C5~Th1
④ () 筋	肩関節水平屈曲	筋皮神経	C6~7
肩甲下筋	肩関節水平屈曲, 内旋	肩甲下神経	C5~7
広背筋	肩関節⑤ (), 内転	胸背神経	C6~8
大円筋	肩関節⑥ (), 内転, 内旋	肩甲下神経	C5~7
⑦ () 筋	肩関節外旋, 水平伸展	肩甲上神経	C5~6
⑧ () 筋	肩関節外旋, 水平伸展	腋窩神経	C5

解答 ① ① 小胸 ② 長胸 ③ 挙上 ④ 内転 ⑤ 下制 ⑥ 内転 ⑦ 肩甲挙 ⑧ 菱形
② ① 外転 ② 腋窩 ③ 大胸 ④ 烏口腕 ⑤ 伸展 ⑥ 伸展 ⑦ 棘下 ⑧ 小円

③ 肘関節の動き

主動作筋	主な動作	他の動作	神経支配	髄節
上腕二頭筋	肘関節①()	前腕回外, 肩の屈曲(短頭), 外転(長頭)	筋皮神経	C5~6
②()筋	肘関節屈曲		筋皮神経(ときに橈骨神経)	C5~6
上腕三頭筋	肘関節③()	肩の内転・伸展(長頭)	④()神経	C6~8
肘筋	肘関節⑤()	肘関節包の緊張	⑥()神経	C7~8
⑦()筋	肘関節屈曲	前腕回内, 回外	橈骨神経	C(5), 6, 7, (8)
円回内筋	前腕回内	肘関節⑧()	正中神経	C6~7
⑨()筋	前腕回内		正中神経	C6~Th1
⑩()筋	前腕回外		橈骨神経	C(5), 6, 7, (8)

④ 手関節の動き

主動作筋	主な動作	他の動作	神経支配	髄節
橈側手根屈筋	手関節掌屈, 橈屈	前腕①(), 肘関節屈曲	②()神経	C6~7
③()筋	手関節掌屈	肘関節屈曲	正中神経	C7~Th1
④()筋	手関節掌屈, 尺屈	肘関節屈曲	尺骨神経	C(7), 8, Th1
長橈側手根伸筋	手関節背屈, 橈屈	前腕回外, 肘関節伸展	⑤()神経	C(5), 6, 7, (8)
短橈側手根伸筋	手関節背屈, 橈屈		橈骨神経	C(5), 6, 7, (8)
⑥()筋	手関節背屈, 尺屈	前腕回外, 肘関節伸展	⑦()神経	C6~7

解答 ③ ① 屈曲 ② 上腕 ③ 伸展 ④ 橈骨 ⑤ 伸展 ⑥ 橈骨 ⑦ 腕橈骨 ⑧ 屈曲
 ⑨ 方形回内 ⑩ 回外
 ④ ① 回内 ② 正中 ③ 長掌 ④ 尺側手根屈 ⑤ 橈骨 ⑥ 尺側手根伸 ⑦ 橈骨

5 手の指の動き

主動作筋	主な動作	他の動作	神経支配	髄節
① () 筋	第2～5指 PIP・MP 屈曲	手関節掌屈	正中神経	C7～Th1
② () 筋	第2～5指 DIP・PIP・MP 屈曲	手関節掌屈	正中神経, 尺骨神経	C7～Th1 C7～Th1
指伸筋	第2～5指 PIP・DIP・MP 伸展	手関節③ ()	橈骨神経	C(5), 6～8
示指伸筋	第2指 PIP・DIP・MP 伸展	手関節背屈	橈骨神経	C6～8
小指伸筋	第5指 PIP・DIP・MP 伸展	手関節背屈	橈骨神経	C(6), 7～8
④ () 筋	母指の IP・MP 屈曲	手関節掌屈	正中神経	C6～7, (8)
⑤ () 筋	母指の IP・MP 伸展, CM 橈側外転・掌側内転	手関節背屈	橈骨神経	C6～7, (8)
短母指伸筋	母指の MP 伸展, CM 外転	手関節橈屈	橈骨神経	C6～7, (8)
長母指外転筋	母指の CM 橈側外転	手関節⑥ () 掌屈	橈骨神経	C(6), 7, (8)
虫様筋(4筋)	第2～5指 MP ⑦ () PIP・DIP ⑧ ()		橈側2筋 →正中神経, 尺側2筋 →尺骨神経	C8～Th1
掌側骨間筋(3筋)	第2・4・5指 MP ⑨ ()・屈曲 PIP・DIP ⑩ ()		尺骨神経	C8～Th1
背側骨間筋(4筋)	第2・4指 MP 外転・屈曲 第3指 MP ⑪ () 尺屈(または内転) 第2・3・4指 PIP・DIP 伸展		尺骨神経	C8～Th1
小指外転筋	小指 MP ⑫ ()		尺骨神経	C8～Th1
⑬ () 筋	小指 MP 屈曲		尺骨神経	C(7), 8, (Th1)
⑭ () 筋	小指対立		尺骨神経	C(7), 8, (Th1)
⑮ () 筋	手掌腱膜の緊張		尺骨神経	C(7), 8, Th1
短母指屈筋	母指 MP 屈曲・内転		正中神経, 尺骨神経	C6～7, C6～Th1
⑯ () 筋	母指 CM 掌側外転, MP 屈曲, IP 伸展		正中神経	C6～7
母指対立筋	母指対立		正中神経	C6～7
⑰ () 筋	母指 CM 内転, MP 屈曲, IP 伸展		尺骨神経 (深枝)	C8～Th1

⑥ 股関節の動き

主動作筋	主な動作	他の動作	神経支配	髄節
① () 筋	股関節屈曲	骨盤前傾	腰神経叢, 大腿神経	L1~3 L2~4
② () 筋	股関節屈曲・外転・ 外旋	膝関節屈曲, 下腿内 旋	大腿神経	L2~4
大腿直筋	股関節屈曲	膝関節③ ()	大腿神経	L2~4
恥骨筋	股関節屈曲・内転・ 外旋		閉鎖神経, 大腿神経	L2~4 L2~4
④ () 筋	股関節内旋・屈曲・ 外転	膝関節⑤ ()	上殿神経	L4~5
大殿筋	股関節伸展・外旋		下殿神経	L(4), 5, S1, (2)
大腿二頭筋	股関節伸展・外旋	膝関節⑥ (), 下腿外旋	長頭: 脛骨神経 短頭: 腓骨神経	L5~S2 L5~S1
⑦ () 筋	股関節伸展	膝関節屈曲, 下腿内 旋	脛骨神経	L(4), 5, S1, (2)
半膜様筋	股関節伸展	膝関節⑧ (), 下腿内旋	脛骨神経	L4~S1
中殿筋	股関節外転		上殿神経	L4~S1
⑨ () 筋	股関節内旋・ ⑩ ()		上殿神経	L4~S1
薄筋	股関節内転	膝関節⑪ (), 下腿⑫ ()	閉鎖神経	L2~4
⑬ () 筋	股関節内転		閉鎖神経	L2~4
⑭ () 筋	股関節内転		閉鎖神経	L2~4
⑮ () 筋	股関節内転		深層: 閉鎖神経 表層: 坐骨神経	L2~4 L3~4
深層外旋六筋	股関節外旋		閉鎖神経, 仙骨神経叢	L3~4 L5~S1

※深層外旋六筋: 内閉鎖筋, 外閉鎖筋, 上双子筋, 下双子筋, 大腿方形筋, 梨状筋

- 解答** ⑤ ① 浅指屈 ② 深指屈 ③ 背屈 ④ 長母指屈 ⑤ 長母指伸 ⑥ 橈屈 ⑦ 屈曲
 ⑧ 伸展 ⑨ 内転 ⑩ 伸展 ⑪ 橈屈(または外転) ⑫ 外転 ⑬ 短小指屈
 ⑭ 小指対立 ⑮ 短掌 ⑯ 短母指外転 ⑰ 母指内転
- ⑥ ① 腸腰 ② 縫工 ③ 伸展 ④ 大腿筋膜張筋 ⑤ 伸展 ⑥ 屈曲 ⑦ 半腱様
 ⑧ 屈曲 ⑨ 小殿 ⑩ 外転 ⑪ 屈曲 ⑫ 内旋 ⑬ 長内転
 ⑭ 短内転(⑬~⑭順不同) ⑮ 大内転

7 膝関節の動き

主動作筋		主な動作	他の動作	神経支配	髄節
大腿四頭筋	① () 筋	膝関節伸展	股関節屈曲	大腿神経	L2～4
	② () 筋	膝関節伸展		大腿神経	L3～4
	③ () 筋	膝関節伸展		大腿神経	L2～4
	内側広筋	膝関節④ ()		大腿神経	L2～3
腓腹筋		膝関節⑤ ()	足関節⑥ ()	脛骨神経	L5～S2
膝窩筋		膝関節屈曲、内旋 関節包を張る		⑦ () 神経	L4～S1
足底筋		膝関節屈曲	足関節底足	⑧ () 神経	L4～S1

8 足関節の動き

主動作筋	主な動作	他の動作	神経支配	髄節
① () 筋	足関節背屈・内がえし, 下腿前傾		深腓骨神経	L4～S1
長母指伸筋	足関節背屈・母指の伸展, 下腿前傾		深腓骨神経	L4～S1
② () 筋	第2～5指伸展, 足関節背屈・外がえし, 下腿前傾		深腓骨神経	L4～S1
第3腓骨筋	足関節背屈・外転・外がえし		深腓骨神経	L4～S1
③ () 筋	足関節底屈・外がえし		浅腓骨神経	L5～S1
短腓骨筋	足関節底屈・外がえし		浅腓骨神経	L5～S1
腓腹筋	足関節底屈	膝関節の④ ()	脛骨神経	L5～S2
ヒラメ筋	足関節底屈		脛骨神経	L5～S2
⑤ () 筋	足関節底屈		脛骨神経	L4～S1
⑥ () 筋	足関節底屈・内転・内がえし		脛骨神経	L5～S1, (2)
⑦ () 筋	第2～5指屈曲, 足関節底屈・内がえし		脛骨神経	L5～S2
⑧ () 筋	母指屈曲, 足関節底屈・内がえし		脛骨神経	L5～S2

解答 ⑦ ① 大腿直 ② 外側広 ③ 中間広 (②～③順不同) ④ 伸展 ⑤ 屈曲 ⑥ 底屈

⑦ 脛骨 ⑧ 脛骨

⑧ ① 前脛骨 ② 長指伸 ③ 長腓骨 ④ 屈曲 ⑤ 足底 ⑥ 後脛骨 ⑦ 長指屈

⑧ 長母指屈

9 足の指の動き

主動作筋	主な動作	神経支配	髄節
① () 筋	母指伸展	深腓骨神経	L4～S1
短指伸筋	第② () 指伸展	③ () 神経	L4～S1
母指外転筋	母指外転, 屈曲	内側足底神経	L4～S1
④ () 筋	母指MP屈曲	内側足底神経 外側足底神経	L5～S1 S1～2
母指内転筋	母指内転, 屈曲	外側足底神経	S1～2
小指外転筋	⑤ () 外転・屈曲	⑥ () 神経	S1～2
⑦ () 筋	小指屈曲	外側足底神経	S1～2
⑧ () 筋	第2～5指屈曲	内側足底神経	L4～S1
⑨ () 筋	長指屈筋補助, 指屈曲	外側足底神経	S1～2
虫様筋	第2～5指MP屈曲, PIP・DIP伸展	第1・2: 内側足底神経 第3・4: 外側足底神経	L5～S1 S1～2
底側骨間筋	足指MP⑩ ()・屈曲 PIP・DIP伸展	外側足底神経	S1～2
背側骨間筋	足指の⑪ ()・屈曲 PIP・DIP伸展	外側足底神経	S1～2

10 体幹の動き

主動作筋		主な動作	神経支配	髄節
① () 筋		体幹の前方屈曲	② () 神経	T7～12
外腹斜筋		体幹の③ () 側回旋, 同側側屈	肋間神経 腸骨下腹神経	Th5～12 L1
④ () 筋		体幹の同側回旋, 同側側屈	肋間神経, 腸骨下腹神 経, 腸骨鼠径神経	Th10～L1, (L2)
脊 柱 起 立 筋	腸肋筋	体幹の後方伸展, 同側側屈, 同側回旋	脊髄神経後枝	C8, Th1～12, L1
	⑤ () 筋	体幹の後方伸展, 同側側屈, 同側回旋	脊髄神経後枝	C1, Th1～12, L5
	棘筋	体幹の⑥ (), 同側側屈, 同側回旋	脊髄神経枝	C2～8, Th1～12
⑦ () 筋		同側側屈, 骨盤引き上げ	腰神経叢	Th12～L3

解答 9 ① 短母指伸 ② 2～5 ③ 深腓骨 ④ 短母指屈 ⑤ 小指 ⑥ 外側足底 ⑦ 短小指屈
⑧ 短指屈 ⑨ 足底方形 ⑩ 内転 ⑪ 外転

10 ① 腹直 ② 肋間 ③ 対 ④ 内腹斜 ⑤ 最長 ⑥ 後方伸展 ⑦ 腰方形

11 骨盤の動き

主動作筋	主な動作	神経支配	髄節
① () 筋	骨盤の引き上げ	腰神経叢の枝	Th12~L3
② () 筋	骨盤の引き上げ	脊髄神経後枝	Th12~L1

解答 11 ① 腰方形 ② 腰腸肋

MEMO

文献

第1章 運動学総論

- 1) 中村隆一, 齋藤 宏: 基礎運動学, 第5版, 医歯薬出版, 2002, p17, 表2-1.
- 2) 中村隆一, 齋藤 宏: 基礎運動学, 第4版, 医歯薬出版, 1998, p32, 図2-19.
- 3) 中村隆一, 齋藤 宏: 基礎運動学, 第5版, 医歯薬出版, 2002, p34, 図2-21.
- 4) 中村隆一, 齋藤 宏: 基礎運動学, 第5版, 医歯薬出版, 2002, p34, 図2-22.
- 5) 中村隆一, 齋藤 宏: 基礎運動学, 第5版, 医歯薬出版, 2002, p35, 図2-25.
- 6) 河野邦雄, 伊藤隆造, 堺 章: 解剖学, 社団法人東洋療法学校協会編, 医歯薬出版, 1991, p18, 図2-3.
- 7) 坂井建雄, 松村譲児監訳: プロメテウス解剖学アトラス 解剖学総論/運動器系, 第2版, 医学書院, 2011, p58(腱および筋の補助装置), p59(腱鞘の構造).
- 8) 坂井建雄, 松村譲児監訳: プロメテウス解剖学アトラス 解剖学総論/運動器系, 第2版, 医学書院, 2011, pp438-439(膝関節: 十字靱帯と側副靱帯).
- 9) 杉 晴夫編著: 人体機能生理学, 改訂第3版, 南江堂, 1997, p60, 図5-1.
- 10) 中村隆一, 齋藤 宏, 長崎 浩: 基礎運動学, 第6版補訂, 医歯薬出版, 2012, p85, 図3-42.
- 11) 中村隆一, 齋藤 宏, 長崎 浩: 基礎運動学, 第6版補訂, 医歯薬出版, 2012, p149, 図3-118(c).

第2章 上肢の運動学

- 1) 中村隆一, 齋藤 宏: 基礎運動学, 第5版, 医歯薬出版, 2002, p192, 図4-12, 一部改変.
- 2) 中村隆一, 齋藤 宏: 基礎運動学, 第5版, 医歯薬出版, 2002, p199, 図4-23, 一部改変.
- 3) 中村隆一, 齋藤 宏: 基礎運動学, 第5版, 医歯薬出版, 2002, p201, 図4-25, 26.
- 4) 齋藤 宏編著・後藤保正・柳澤 健: リハビリテーション医学講座第3巻 運動学, 医歯薬出版, 1995, p76, 図5-49.
- 5) 中村隆一, 齋藤 宏: 基礎運動学, 第5版, 医歯薬出版, 2002, p208, 図4-35.
- 6) 中村隆一, 齋藤 宏: 基礎運動学, 第5版, 医歯薬出版, 2002, p208, 図4-35.

第3章 下肢の運動学

- 1) 中村隆一, 齋藤 宏: 基礎運動学, 第5版, 医歯薬出版, 2002, p231, 図4-68.
- 2) 中村隆一, 齋藤 宏: 基礎運動学, 第5版, 医歯薬出版, 2002, p230, 図4-67.

- 3) 中村隆一, 齋藤 宏: 基礎運動学, 第5版, 医歯薬出版, 2002, p233, 図4-70.
- 4) 中村隆一, 齋藤 宏: 基礎運動学, 第5版, 医歯薬出版, 2002, p233, 図4-71.
- 5) 中村隆一, 齋藤 宏: 基礎運動学, 第5版, 医歯薬出版, 2002, p237, 図4-75, p238, 図4-77.
- 6) 河野邦雄, 伊藤隆造, 堺 章: 解剖学, 社団法人東洋療法学校協会編, 医歯薬出版, 1991, p106, 図3-59.
- 7) 河野邦雄, 伊藤隆造, 堺 章: 解剖学, 社団法人東洋療法学校協会編, 医歯薬出版, 1991, p106, 図3-60.
- 8) 河野邦雄, 伊藤隆造, 堺 章: 解剖学, 社団法人東洋療法学校協会編, 医歯薬出版, 1991, p56, 図2-52.
- 9) 中村隆一, 齋藤 宏: 基礎運動学, 第5版, 医歯薬出版, 2002, p240, 図4-81, 一部改変.

第4章 体幹の運動学

- 1) 松村譲児: イラスト解剖学, 中外医学社, 1997, p30.
- 2) 中村隆一, 齋藤 宏: 基礎運動学, 第5版, 医歯薬出版, 2002, p250, 図4-97.
- 3) 中村隆一, 齋藤 宏: 基礎運動学, 第5版, 医歯薬出版, 2002, p251, 図4-99.
- 4) 中村隆一, 齋藤 宏: 基礎運動学, 第5版, 医歯薬出版, 2002, p251, 図4-101.
- 5) 中村隆一, 齋藤 宏: 基礎運動学, 第5版, 医歯薬出版, 2002, p254, 図4-104.
- 6) 中村隆一, 齋藤 宏, 長崎 浩: 基礎運動学, 第6版補訂, 医歯薬出版, 2012, p292, 図4-114, 図4-113.
- 7) 中村隆一, 齋藤 宏: 基礎運動学, 第5版, 医歯薬出版, 2002, p259, 図4-111.
- 8) Donald A. Neumann著, 嶋田智明, 有馬慶美監訳: カラー版 筋骨格系のキネシオロジー 原著第2版, 医歯薬出版, 2012, p398, 図9-68.
- 9) Donald A. Neumann著, 嶋田智明, 有馬慶美監訳: カラー版 筋骨格系のキネシオロジー 原著第2版, 医歯薬出版, 2012, p401, 図9-73.
- 10) Donald A. Neumann著, 嶋田智明, 有馬慶美監訳: カラー版 筋骨格系のキネシオロジー 原著第2版, 医歯薬出版, 2012, p392, 図9-63AB.
- 11) 中村隆一, 齋藤 宏: 基礎運動学, 第5版, 医歯薬出版, 2002, p260, 図4-113.
- 12) 中村隆一, 齋藤 宏, 長崎 浩: 基礎運動学, 第6版補訂, 医歯薬出版, 2012, p276, 図4-90(b).
- 13) 中村隆一, 齋藤 宏, 長崎 浩: 基礎運動学, 第6版補訂, 医歯薬出版, 2012, p280, 図4-100.
- 14) Donald A. Neumann著, 嶋田智明, 有馬慶美監訳: カラー版 筋骨格系のキネシオロジー 原

著第2版, 医歯薬出版, 2012, p428, 図10-10.

第5章 頭部・顔面の運動学

- 1) 坂井建雄, 河田光博監訳: プロメテウス解剖学アトラス 頭頸部/神経解剖, 第2版, 医学書院, 2014, p35.
- 2) 坂井建雄, 河田光博監訳: プロメテウス解剖学アトラス 頭頸部/神経解剖, 第2版, 医学書院, 2014, p134.

第7章 歩行と走行

- 1) Donald A. Neumann 著, 嶋田智明, 有馬慶美監訳: カラー版 筋骨格系のキネシオロジー 原著第2版, 医歯薬出版, 2012, p698, 図15-11.
- 2) Donald A. Neumann 著, 嶋田智明, 有馬慶美監訳: カラー版 筋骨格系のキネシオロジー 原著第2版, 医歯薬出版, 2012, p699, 図15-12.
- 3) Donald A. Neumann 著, 嶋田智明, 有馬慶美監訳: カラー版 筋骨格系のキネシオロジー 原著第2版, 医歯薬出版, 2012, p700, 図15-13, 一部改変.
- 4) Donald A. Neumann 著, 嶋田智明, 有馬慶美監訳: カラー版 筋骨格系のキネシオロジー 原著第2版, 医歯薬出版, 2012, p703, 図15-15.
- 5) 中村隆一, 齋藤 宏, 長崎 浩: 基礎運動学, 第6版, 医歯薬出版, 2003, p372, 図8-11.
- 6) Donald A. Neumann 著, 嶋田智明, 有馬慶美監訳: カラー版 筋骨格系のキネシオロジー 原著第2版, 医歯薬出版, 2012, p722, 図15-31より改変.
- 7) Donald A. Neumann 著, 嶋田智明, 有馬慶美監訳: カラー版 筋骨格系のキネシオロジー 原著第2版, 医歯薬出版, 2012, p723, 図15-32.

第8章 運動学習

- 1) 細田多穂, 柳澤 健編: 理学療法ハンドブック 改訂第4版 第1巻 理学療法の基礎と評価, 協同医書出版社, 2013, p111.
- 2) 中村隆一, 齋藤 宏, 長崎 浩: 基礎運動学, 第6版, 医歯薬出版, 2003, p463, 図10-15.

参考図書

- ・運動生理学研究会編: PT・OT 国家試験のための運動解剖生理学のまとめ, 第3版, アイベック, 1999.
- ・萩島秀夫監訳, 嶋田智明訳: カバンディ関節の生理学Ⅰ, 医歯薬出版, 1986.
- ・萩島秀夫監訳, 嶋田智明訳: カバンディ関節の生理学Ⅱ, 医歯薬出版, 1988.
- ・萩島秀夫監訳, 嶋田智明訳: カバンディ関節の生理学Ⅲ, 医歯薬出版, 1986.
- ・河野邦雄, 伊藤隆造, 堺 章: 解剖学, 社団法人東洋療法学校協会編, 医歯薬出版, 1991.
- ・齋藤 宏編著・後藤保正・柳澤 健: リハビリテーション医学講座第3巻 運動学, 医歯薬出版, 1995.
- ・竹内修二: クイックマスター解剖生理学, 医学芸術社, 1997.
- ・中村隆一・齋藤 宏: 基礎運動学, 第5版, 医歯薬出版, 2002.
- ・中村隆一・齋藤 宏, 長崎 浩編: 運動学実習第2版, 医歯薬出版, 1989.
- ・中村隆一・齋藤 宏: 臨床運動学, 第3版, 医歯薬出版, 2002.
- ・松村譲児: イラスト解剖学, 中外医学社, 1997.
- ・理学療法科学学会監修・丸山仁司編: 運動学ワークブック, アイベック, 2000.
- ・和才嘉昭・嶋田智明: リハビリテーション医学全書5, 測定と評価 2版, 医歯薬出版, 1987.
- ・渡辺正仁監修: 理学療法士・作業療法士・作業療法士のための解剖学, 第2版, 廣川書店, 1995.
- ・Rene Cailliet 著 (萩島秀男訳): 手の痛みと機能障害, 原著第4版, 医歯薬出版, 1995.
- ・Rene Cailliet 著 (萩島秀男訳): 肩の痛み, 原著第3版, 医歯薬出版, 1992.
- ・Rene Cailliet 著 (萩島秀男訳): 腰痛症, 原著第5版, 医歯薬出版, 1996.
- ・Rene Cailliet 著 (萩島秀男訳): 足と足関節の痛み, 原著第3版, 医歯薬出版, 1998.
- ・Rene Cailliet 著 (萩島秀男訳): 頸と腕の痛み, 原著第3版, 医歯薬出版, 1992.
- ・Rene Cailliet 著 (萩島秀男訳): 膝の痛みと機能障害, 原著第3版, 医歯薬出版, 1993.
- ・Dupont DC, Freedman AP: Pulmonary Physiology of Exercise. In AA Bove, DT Lowenthal (eds): Exercise Medicine: Physiological Principles and Clinical Applications, Academic Press, New York, 1983.
- ・McArdle WD, Katch EI, Katch VL: Exercise Physiology: Nutrition, Energy, and Human Performance, 3rd ed, Lea & Febiger, Philadelphia, 1991.
- ・Adams JM, Perry J: Gait analysis: Clinical application. In Rose J, Gamble JG: Human walking, 2nd ed, Philadelphia, Williams & Wilkins, 1994.
- ・Whittle MW: Gait Analysis: An Introduction, 4th ed, Butterworth-Heinemann, Oxford, 2007.
- ・Eberhart HD, Inman VT, Bresler B: The principal elements in human locomotion. In PE Klopsteg, PD Wilson (eds): Human Limbs and Their Substitutes, McGraw-Hill, New York, 1954.
- ・Singer RN: Motor Learning and Performance, Macmillan, New York, 1968.
- ・Schmidt RA: A schema theory of discrete motor skill learning. Psychol Rev 82: 225-260, 1975.

索引

和文

あ

- アクチン 43
- アクチンフィラメント 44
- アデノシン三リン酸 65
- アヒル歩行(動揺性歩行) 233
- アライメント 204
- 足のアーチ(足弓) 160
- 安定成分 23
- 鞍関節 37

い

- 1回換気量 67
- 1回拍出量 68
- 位置エネルギー 19
- 異常歩行 232
- 移動距離 7
- 一歩 212

う

- 羽状筋 42
- 烏口肩峰アーチ 92
- 烏口肩峰靱帯 91
- 烏口鎖骨靱帯 91
- 烏口突起 73
- 内がえし 150
- 運動ニューロン 53
- 運動の第1法則 15
- 運動の第2法則 15
- 運動の第3法則 16
- 運動の分類方法 3
- 運動学 2
- 運動学習 244
- 運動学的歩行分析 217
- 運動技能 249
- 運動技能の学習 244
- 運動軸 6, 125
- 運動成分 23
- 運動単位 53
- 運動方程式 15
- 運動力学 3
- 運動力学の歩行分析 222
- 運動量保存の法則 15

え

- エネルギー 19
- エネルギー代謝 65
- 腋窩神経 78
- 腋窩動脈 76
- 円書き歩行 233
- 円錐靱帯結節 73
- 遠位指節間(DIP)関節 75
- 遠位手根骨 105
- 遠心性収縮 49

お

- 横足根関節(ショパール関節) 151

か

- 下肢の筋 127
- 下肢の骨格 122
- 下肢の神経 126
- 下肢の動脈 126
- 下肢の皮膚感覚 129
- 下肢帯 123
- 下垂手 119
- 下腿骨 124
- 加速度 7
- 加速度運動 3
- 加速歩行 234
- 荷重点 21
- 荷重反応期 214
- 顆状関節 37
- 回旋筋腱板 92
- 解糖系エネルギー 65
- 解剖学的立位肢位 6
- 解剖軸 125
- 外眼筋 198
- 外側コンパートメント 139
- 外側副靱帯(LCL) 141
- 外側半月(LM) 140
- 外腸骨動脈 126
- 外転 87, 93
- 外部抵抗力 2
- 外来筋(外在筋) 111
- 踵打ち歩行 233
- 踵離地 213
- 学習 244
- 学習の転移 244

- 学習曲線 250
- 顎関節 193
- 活動張力 54
- 滑車 24
- 滑膜性連結 36
- 構え 202
- 間欠性跛行 233
- 寛骨 122
- 慣性 15
- 慣性または惰性の法則 15
- 関節 35
- 関節の安定性 57
- 関節の運動性 59
- 関節の構造 36
- 関節角度 23
- 関節包 41
- 関節面の形状分類 37
- 環椎 171
- 含気骨 31
- 顔面頭蓋 192

き

- キネシオロジー 2
- 記憶 246
- 記録 246
- 基節骨 75, 108
- 基本的立位肢位 6
- 機能肢位 117
- 技能 249
- 拮抗筋 48
- 逆U字曲線仮説 251
- 吸気筋 179
- 休息肢位 117
- 求心性収縮 49
- 球関節 37
- 距離関節 152
- 距腿関節 152
- 共同筋 48
- 胸郭 178
- 胸郭呼吸運動 178
- 胸鎖関節 84
- 胸鎖乳突筋 174
- 胸椎 167
- 近位指節間(PIP)関節 75
- 近位手根骨 105

筋の逆作用 51
 筋萎縮 55
 筋原繊維 43
 筋収縮 44, 48
 筋線維増殖 55
 筋張力 2, 54
 筋肥大 55
 筋皮神経 78
 筋皮動脈 76
 筋繊維群 53
 筋紡錘 61
 緊張性運動単位 53

く

クエン酸回路 (TCA 回路) 66
 グリコーゲン 45, 65
 草刈り歩行 233
 屈曲 87, 93

け

脛骨 122
 脛骨神経 128
 痙性両麻痺 236
 頸体角 124
 頸椎 171
 鶏歩 232
 血圧 69
 結果の知識 (KR) 245
 月状骨 75
 肩関節 72, 90
 肩関節の靱帯 91
 肩甲胸郭関節 85
 肩甲棘 73
 肩甲骨 72, 73
 肩鎖関節 85
 肩峰 73
 腱 40
 腱鞘 40
 腱紡錘 40
 腱傍組織 40

こ

小刻み歩行 232
 股関節 132
 呼吸筋 179
 呼吸数 67
 固定筋 48
 抗重力筋 207
 後脛骨動脈 126
 後十字靱帯 (PCL) 139, 141

後方ユニット 168
 合力 11
 剛体 21
 骨 31
 骨のリモデリング 31
 骨格筋 42
 骨結合 35

さ

左右分力 223
 作用・反作用の法則 16
 鎖骨 72, 73
 鎖骨の可動域 84
 鎖骨下動脈 76
 坐骨神経 128
 最大酸素摂取量 67
 最大心拍数 68
 猿手 119
 三角骨 75
 三角靱帯 100
 酸素摂取量 67

し

ショパール関節 151
 ジャックナイフ現象 228
 支持基底面 206
 支点 21
 仕事 18
 仕事率 18
 矢状水平軸 6
 矢状面 6
 肢位 6
 姿勢の型 208
 姿勢制御 209
 姿勢保持 208
 指節間関節 108
 視床 119
 歯突起 171
 自動運動 61
 自律歩行 230
 軸椎 171
 失調性歩行 232
 膝窩動脈 126
 膝蓋骨 122, 139
 膝関節 138
 尺骨 72, 74
 尺骨神経 79
 尺屈 104, 106
 尺骨動脈 76
 車軸関節 37

手関節 104
 手根間関節 104
 手根管 105
 手根骨 72
 手根中手 (CM) 関節 75
 手指の運動 110
 手指骨 72
 手部の骨 75
 種子骨 31
 舟状骨 75
 十字靱帯 141
 重心 202
 重心の測定法 203
 重心線 202
 重心動揺 208
 重量 16
 重力 2, 8
 重力加速度 8, 16
 初期接地 214
 小児の起立 230
 小児の歩行 230
 掌屈 106
 上肩甲横靱帯 91
 上肢の神経 76
 上肢の動脈 76
 上肢骨 72
 上肢帯 (肩甲帯) 72, 84
 上腕 72
 上腕骨 72, 74
 心拍出量 68
 身体の基本 6
 伸張反射 62
 伸展 87, 93
 神経支配比 53, 54
 深指屈筋 113
 深掌動脈弓 76
 靱帯 41

す

スカラ量 7
 スカルパ三角 122
 水平 (横断) 面 6
 垂直分力 223
 錘外筋繊維 61
 錘内筋繊維 61
 随意運動 61
 髄核 168
 滑り運動 144

せ

せい か そくきょくせん
正の加速曲線 251
せいちゅうしんけい
正中神経 79
せいちゅうどうま
正中動脈 76
せいちゅうめん
正中面 6
せいたいのりきかく
生体力学 3
せい し ちゅうりょく
静止張力 54
せきちゅう
脊柱 167
せきちゅう か どうせい
脊柱の可動性 169
ぜったいちりょく
絶対張力 54
せんこつしんけいそう
仙骨神経叢 126
せんちゅうかんせつ
仙腸関節 185
せんそく ほ こう
尖足歩行 234
せん し ぐつじん
浅指屈筋 113
せんしゅうどうま
浅掌動脈弓 76
せん い せいしんけつ
線維性連結 35
せんけいきくせん
線形曲線 251
ぜんしん し きりょく
全身持久力 68
ぜんちゅうりょく
全張力 54
ぜんがくすいへいじく
前額水平軸 6
ぜんがくめん
前額面 6
ぜんけいこつどうま
前脛骨動脈 126
ぜん こ ふんりく
前後分力 223
ぜんじょうじ じんたい
前十字靱帯 (ACL) 139, 141
ぜんわんかく
前捻角 124
ぜんぼく
前方ユニット 168
ぜん腕 72, 100

そ

そじやく
咀嚼 194
そじやくしん
咀嚼筋 195
そうこう
走行 239
そうどうせいうんどうたん い
相動性運動単位 53
そう き
想起 246
そう ひ こつしんけい
総腓骨神経 128
そくかく
足角 212
そくきょく
足弓 159
そくこんこつ
足根骨 122
そくこんりやくかんせつ
足根中足関節 (リスフラン関節) 151
そく し ちゅう
足指 (趾) 骨 122
そくていせつち
足底接地 213
そくはいどうま
足背動脈 126
そく ふ うんどうはん い
足部の運動範囲 156
そくりょく
足力 222
そくきん
速筋 (Ⅱb型筋) 45
そく ど
速度 7
そくふくじんたい
側副靱帯 41, 142
そと
外がえし 150

た

たふくきん
ダブルプロダクト (二重積) 69
たふくきん
多腹筋 42
だ まんかんせつ
楕円関節 37
たいしやとうりょく
代謝量 66
たいしやりつ
代謝率 (METs) 66
たい い
体位 202
たいかん
体幹 166
だいたいけいこつかく
大腿脛骨角 (FTA) 125
だいたいこつ
大腿骨 122, 124
だいたいどうま
大腿動脈 126
だい
第1のてこ 21
だい
第2のてこ 22
だい
第3のてこ 22
だん
単脚支持期 214
たん き れん
短期記憶 246
たんこつ
短骨 31

ち

ち きん がたきん
遅筋 (I型筋) 45
ちから こうせい
力の合成 11
ちから たん い
力の単位 17
ちから ひょうじ
力の表示 7
ちから ぶんかい
力の分解 12
ちゅうかんしん
中間筋 (Ⅱa型筋) 45
ちゅうしんこつ
中手骨 72, 75, 108
ちゅうしん し せつかん
中手指節間 (MP) 関節 75
ちゅうせつこつ
中節骨 75, 108
ちゅうそくこつ
中足骨 122
ちゅうでんきんきんりくてい か
中殿筋筋力低下 236
ちゅうようきん
虫様筋 111
ちゅうかく
肘角 99
ちゅうかんせつ
肘関節 98
ちゅう き れん
長期記憶 247
ちゅうこつ
長骨 31
ちゅうふく ほ
重複歩 212
ちゅうふく ちゅう
重複歩長 212, 213
ちゅうばんかんせつ
橈骨関節 37

つ

つま先離地 213
ついかんえんばん
椎間円板 168
ついかんかんせつ
椎間関節 169
ついかんばん
椎間板ヘルニア 184
ついかつ
椎骨 167
ついかつ れんけつ
椎骨の連結 166
つちゆび
槌指 119

て

デュシェンヌ型筋ジストロフィー症 235

てこ 21

ていくつ
底屈 156
てん うんどう
転がり運動 144

と

トルク 13
とれんでれんぶるぐ微候 135
とれんでれんぶるぐ歩行 233
とう か そく どうんどう
等加速度運動 8
とうしやくせいしりょうしやく せいし し せいしりょうしやく
等尺性収縮 (静止性収縮) 49
とうそくうんどう
等速運動 3
とうそくせいしりょうしやく
等速性収縮 50
とうそく どうんどう
等速度運動 8
とうくつ
撓屈 104, 106
とうがいこつ
頭蓋骨 192
とうこつ
橈骨 72, 74
とうこつしゅこんかんせつ
橈骨手根関節 104
とうこつしんけい
橈骨神経 78
とうこつどうま
橈骨動脈 76
とうこつりんじょうじんたい
橈骨輪状靱帯 100
どう き
動機づけ 250
どうきん
動筋 48
とっし は こう
突進歩行 232

な

ないどうきん
内在筋 112
ないそく
内側コンパートメント 139
ないそくそくふくじんたい
内側副靱帯 (MCL) 141
ないそくはんげつ
内側半月 (MM) 140
ないてん
内転 87, 93
なんこつせいれんけつ
軟骨性連結 35

に

に とうきん
二頭筋 42
に ふくきん
二腹筋 42
にんち けいしりょう
認知学習 244

の

のうせい ま ひ
脳性麻痺 236
のうそつちりかた ま ひ は こう
脳卒中片麻痺歩行 235

は

ハムストリングス 228
パフォーマンス 250
はさみ足 (脚) 歩行 233
ばきく ほ こう
馬脚歩行 234
はいくつ
背屈 106, 156
はくちりょう くび
白鳥の首 (スワンネック) 変形 118
はんしやうんどう
反射運動 61
はんしやきん はんしやろ
反射弓 (反射路) 61

はんちようしつ ほうこう
反張膝步行 232
はんうしきん
半羽状筋 42
はんげつ
半月 139
はんげつばん
半月板 140
ばんこうきん
板状筋 42

ひ
ヒューター三角 98
ヒューター線 98
ビルビン酸 65
ひ ふ かんかくしんけい し はいき
皮膚の感覚神経支配域 80
ひ こつ
腓骨 122
ひ こつ どうみく
腓骨動脈 126
ひしうしきん しんけい し はい
表情筋の神経支配 197
ひしうしきん がんめんきん
表情筋(顔面筋) 196

ふ
フィードバック 252
ふ き そく こつ
不規則骨 31
ふ ぜい い うんどう
不随意運動 61
ふ か そくきくせん
負の加速曲線 251
ふんまわ は こう
分廻し歩行 232
ふんりく
分力 223

へ
ペーラー角 159
ペクトル 10
ペクトル量 7
へいこう し へんけい
平行四辺形 10
へいじんうんどう
並進運動 21
へん い
変位 3, 7
へんべいこつ
扁平骨 31

ほ
ホルモン 33
ボタンホール変形 119
は かく
歩隔 212
は こう
歩行 212
は こう じ きんかつどう
歩行時の筋活動 227
は こうしゅう
歩行周期 212
は こうそく ど
歩行速度 213
は こうりつ
歩行率(ケイデンス) 213
は ふく
歩幅 212, 213
は ようよう そ
歩容要素 214
はうけいじんたい
方形靱帯 100
はうこう
縫合 35
ぼうすいしうきん
紡錘状筋 42

ま
マン・ウェルニッケの肢位 235

ま ざつりょく
摩擦力 2
まつしんしんけい ま ひ
末梢神経麻痺 236
まつせつこつ
末節骨 75

み
ミオグロビン 45
ミオシン 43
ミオシンフィラメント 44
ミトコンドリア 66

む
む さん そせい き まういき ち
無酸素性作業閾値(AT) 68

め
めいてい は こう
酩酊歩行 232

も
モーメント 3, 12
モンローウォーク 234

や
ヤコビー線 122

ゆ
ゆうさん そけい
有酸素系エネルギー 66
ゆうきくしゅう き
遊脚終期 214
ゆうきくしゅう き
遊脚初期 214
ゆうきくぜん き
遊脚前期 214
ゆうきく(せう) き
遊脚相 214
ゆうきく(ちゅう) き
遊脚中期 214
ゆかはんりょく
床反力 222
ゆび がいてん
指の外転 111
ゆび くつきょく き こう
指の屈曲機構 113
ゆび しんでん き こう
指の伸展機構 114
ゆび ないてん
指の内転 111

よ
ようせい し じ はんのう
陽性支持反応 230
ようしんけいそう
腰神経叢 126

ら
らせん関節 37

り
リスフラン関節 151
リバースアクション 51
りきがく
力学 3
りきがくてき
力学のエネルギー 3, 19
りきがくてき は さん ほうそく
力学のエネルギー保存の法則 19
りきでん
力点 21

りつ い し せい
立位姿勢 206
りつきかくしゅう き
立脚終期 214
りつきかくしゅう
立脚相 212
りつきかくしゅう き
立脚中期 213, 214
りゅうたい
隆椎 171
りょうそく し じ き
両脚支持期 214
りんじく
輪軸 24

れ
れんしゅう
練習 249

ろ
ローザーネラトン線 123

わ
わし て
鷲手 119
わんしんしゅうかんせつ
腕尺関節 99
わんしんけいそう
腕神経叢 76
わんとうかんせつ
腕橈関節 99

欧文

α-γ 連関 61
γ 運動ニューロン 61
ATP 44, 65
ATP-CP系エネルギー 65
A帯 43
CGS単位系 4
CM関節 75, 108
DIP関節 75, 108
erg(エルグ) 18
FF型 53
FR型 53
F型 53
Hennemanのサイズの原理 53
H帯 43
IP関節 108
I帯 43
J(ジュール) 4, 18
KR 245
MU 53
METs 66
MKS単位系 4
MP関節 75, 108
N(ニュートン) 4
PCI 213
PIP関節 75, 108
S型 53
S型曲線 251
w(ワット) 4, 18
Z膜 43

【編者略歴】



中島 雅美

1978年 九州リハビリテーション大学卒業
福岡大学病院リハビリテーション科
1980年 筑後川温泉病院理学診療科
1981年 つくし岡本病院理学診療科
1983年 西日本リハビリテーション学院 教務課長
2000年 放送大学教養学部卒業「発達と教育」専攻
2006年 九州中央リハビリテーション学院 理学療法学科長
2012年 PTOT学習教育研究所所長
2012年 九州医療スポーツ専門学校 教育参与
2016年 一般社団法人日本医療教育協会 国試熟リハビリ
アカデミー理事／PTOT学習教育研究所 所長

中島 喜代彦

1979年 九州リハビリテーション大学卒業
慶応大学附属月ヶ瀬リハビリテーションセンター
1983年 西日本リハビリテーション学院
2001年 放送大学教養学部卒業「発達と教育」専攻
2006年 九州中央リハビリテーション学院副院長
2015年 九州医療スポーツ専門学校 教育部長
2016年 同 副校長

PT・OT基礎から学ぶ運動学ノート 第2版(解答集付)

ISBN978-4-263-21738-2

2002年 7月20日 第1版第1刷発行
2016年 1月10日 第1版第15刷発行
2016年 12月20日 第2版第1刷発行

編者 中島 雅美
中島 喜代彦

発行者 白石 泰夫

発行所 医歯薬出版株式会社

〒113-8612 東京都文京区本駒込1-7-10

TEL. (03) 5395-7628(編集)・7616(販売)

FAX. (03) 5395-7609(編集)・8563(販売)

<http://www.ishiyaku.co.jp/>

郵便振替番号 00190-5-13816

凡丁、落丁の際はお取り替えます。

印刷・真興社／製本・梓川製本所

© Ishiyaku Publishers, Inc., 2002, 2016. Printed in Japan

本書の複製権・翻訳権・翻案権・上映権・譲渡権・貸与権・公衆送信権(送信可能化権を含む)・口述権は、医歯薬出版(株)が保有します。

本書を無断で複製する行為(コピー、スキャン、デジタルデータ化など)は、「私的使用のための複製」などの著作権法上の限られた例外を除き禁じられています。また私的使用に該当する場合であっても、請負業者等の第三者に依頼し上記の行為を行うことは違法となります。

【COPY】<(社)出版者著作権管理機構 委託出版物>

本書をコピーやスキャン等により複製される場合は、そのつど事前に(社)出版者著作権管理機構(電話03-3513-6969, FAX 03-3513-6979, e-mail: info@jcopy.or.jp)の許諾を得てください。

PT/OT 国家試験受験対策 ポケットシリーズ〈全4冊〉

- 好評『PT/OT国家試験必修ポイント』を携帯活用して速習！
- 過去10年分の国試問題を徹底分析。
- いつでもどこでも学べる便利なポケットサイズ。

ポケットマスター PT/OT国試 必修ポイント

基礎医学 2017



- ◆ 医歯薬出版 編
- ◆ 新書判 2色刷 212頁
定価(本体1,900円+税)
- ◆ ISBN978-4-263-26508-6

臨床医学 2017



- ◆ 医歯薬出版 編
- ◆ 新書判 2色刷 264頁
定価(本体1,900円+税)
- ◆ ISBN978-4-263-26509-3

PT実地問題 2017



- ◆ 医歯薬出版 編
- ◆ 新書判 2色刷 352頁
定価(本体1,900円+税)
- ◆ ISBN978-4-263-26510-9

OT実地問題 2017



- ◆ 医歯薬出版 編
- ◆ 新書判 2色刷 288頁
定価(本体1,900円+税)
- ◆ ISBN978-4-263-26511-6

POT

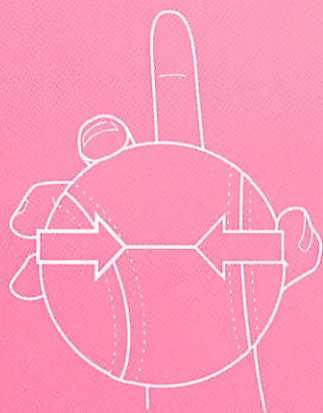
基礎から学ぶ

運動学ノート

解答集

中島 雅美 中島 喜代彦 編

第2版



医歯薬出版株式会社

第1章 運動学総論

2 力学の基礎

基礎問題 (本文5ページ)

1. 身体運動に関与する力

- ① 重 ② 張

解説 身体運動に関与する4つの力〔重力、外部抵抗、(筋)張力、摩擦力〕が相互に影響して合っている。

2. 力学の単位

- ① 変位 ② 速度 ③ m/s ④ 加速度

- ⑤ m/s²

- ⑥ 積 ⑦ 力 ⑧ 仕事率

- ⑨ ワット(W) ⑩ 積 ⑪ 力の大きさ ⑫ 垂線

解説 ・仕事=力×移動距離: 1J(ジュール) =
1N×1m, 1erg(エルグ) =
1dyn(ダイン)×1cm
・力=質量×加速度: 1N(ニュートン) =
1kg×1m/sec², 1dyn(ダイン) = 1g×1cm/sec²

演習問題 (本文5ページ)

1. 解答…4

解説…力の単位はN(ニュートン)で、kgは質量の単位である。

2. 解答…3

解説…5. 仕事率の単位はW(ワット)である。

4 加速度・ベクトル・モーメント

基礎問題 (本文14ページ)

- a. ① 50km/h

- b. ② 0.5

- c. ③ 方向 ④ 力

- d. ⑤ -2 ⑥ A ⑦ B ⑧ 2

- e. ⑨ 左 ⑩ 2m

- f. ⑪ 左 ⑫ 5m

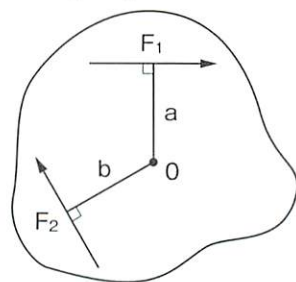
解説 bの36km/hをm/sに変換すると10m/s。
(36km/h=36,000m/3,600sec)
eとfはモーメントに関する設問である。
モーメント(M)=力(N)×回転軸から力の作用線に下ろした垂線の長さ(m)で導く。

演習問題 (本文14ページ)

1. 解答…2

解説

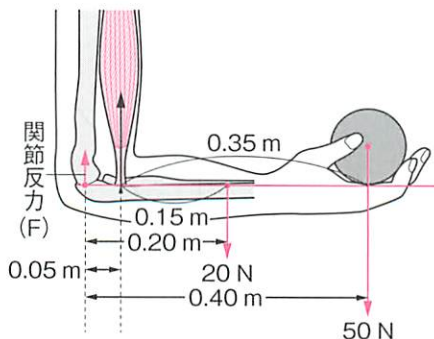
ベクトル F_1 によるモーメントは $F_1 \times a$ 、ベクトル F_2 によるモーメントは $F_2 \times b$ となる。よって両ベクトルによるモーメントMは $M = aF_1 + bF_2$ となる。



2. 解答…4

解説…筋の停止部を支点と考えるとよい。

$$\begin{aligned} F \times 0.05 &= (20 \times 0.15) + (50 \times 0.35) \\ F \times 0.05 &= 3 + 17.5 \\ F \times 0.05 &= 20.5 \\ F &= \frac{20.5}{0.05} = 410\text{N} \end{aligned}$$



5 運動の法則

基礎問題 (本文17ページ)

- ① 慣性

- ② 10N

- ③ 30m/s²

- ④ 作用・反作用

- ⑤ 9.8m/s²

- ⑥ 686N

解説

力=質量×加速度: 1N(ニュートン)=1kg×1m/s², 1dyn(ダイン)=1g×1cm/s²
③は500g=0.5kg, 15(N)÷0.5(kg)=30m/s²
⑥については体重が70kgで地球上での重力加速度は9.8m/s²なので, 70(kg)×9.8(m/s²)=686(N)の力が生じている。

6 仕事と力学的エネルギー

基礎問題 (本文20ページ)

① 位置 ② 依存 ③ 中

④ mgh ⑤ 96.04 ⑥ 19.6 ⑦ 5

解説

⑥ 最高点の高さ h を求める.

力学的エネルギー保存の法則より, 地上に投げ出したときの物体の運動エネルギー(ア)と最高点に達したときの位置エネルギー(イ)は同じである.

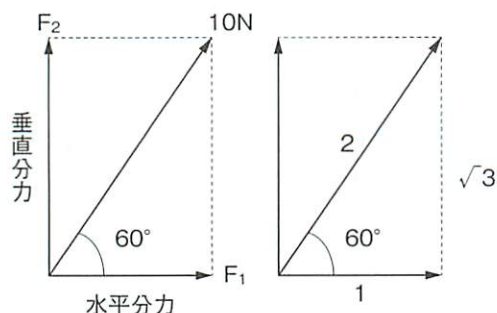
(ア) 地上の物体の運動エネルギー $= 1/2 \times m \times v^2 = 1/2 \times 0.5 \times (19.6)^2$

(イ) 最高点での物体の位置エネルギー $= mgh = 0.5 \times 9.8 \times h$

(ア) = (イ) より $h = 19.6$ (m)

ゆえに, ⑤ の A の位置エネルギーは B より mgh だけ多くなるので, $mgh = 0.5 \times 9.8 \times 19.6 = 96.04$ (j)

⑦ 三角関数を利用する



水平分力 F_1 は, $10N \times \cos 60^\circ = 10N \times 1/2 = 5N$

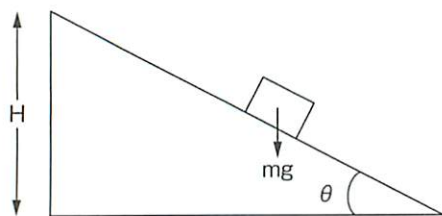
演習問題 (本文20ページ)

1. 解答…1, 3

解説…力学的エネルギーは位置エネルギーと運動エネルギーの和.

2. 解答…2

解説…仕事量は力×移動距離. 鉛直方向で考えると力は mg で, 移動距離は H .



7 身体とてこ

基礎問題 (本文25ページ)

1. てこのつり合い

① = ② = ③ > ④ < ⑤ 少な

⑥ = ⑦ < ⑧ > ⑨ 大きな ⑩ 速

第1のてこ ⑪ 左 ⑫ 右

第2のてこ ⑬ 右 ⑭ 左

第3のてこ ⑮ 左 ⑯ 右

2. 関節角度と力の関係

① 鋭 ② 関節面 ③ 直交 ④ 強

3. 滑車と輪軸

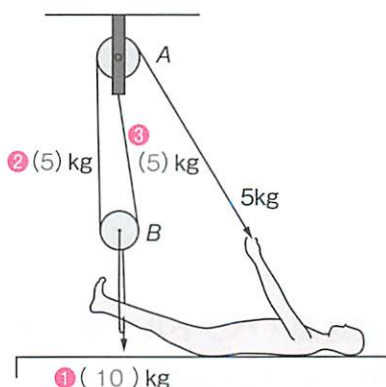
a. ① 10 ② 5 ③ 5

b. ④ 4 c. ⑤ 2

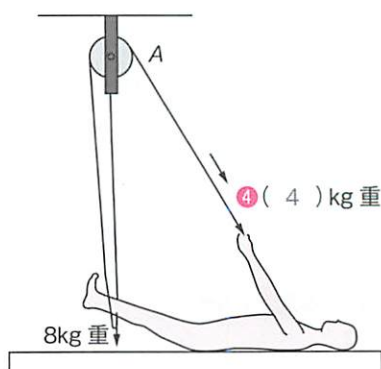
解説

a. A は定滑車で両側にかかる力は 5kg , B は動滑車なので B の両側にかかる力が合算されて中心に力がかかる.

ゆえに B の中心にかかる力は,
 $5 + 5 = 10\text{kg}$.

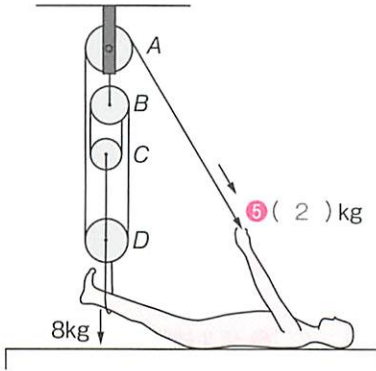


b. 8kg の質量の下肢を2本のロープで支えているため, 1本あたり 4kg 重の張力がかかる. A は定滑車のため ④ で持つ力は 4kg 重.

答え: 4kg 

c. 動滑車C, Dの4本のロープで8kgの力を分散させるので1本あたりにかかる力は2kg. ゆえに定滑車Aの両側には2kgの力がかかることになる.

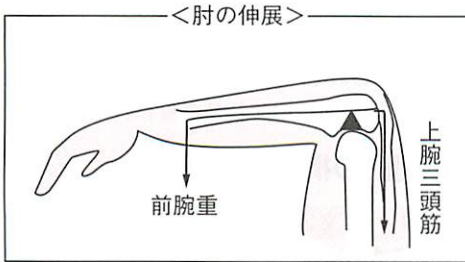
答え: 2kg



4. 関節運動とてこの種類

- ① 1 ② 3 ③ 1 ④ 3 ⑤ 2
⑥ 1 ⑦ 3 ⑧ 3 ⑨ 3 ⑩ 2

解説 ③ 上腕三頭筋の付着部は肘頭であるが、肘関節を伸展させるときの支点の位置は肘関節内側の力点側になるので、上腕三頭筋は第1のてこと考えられる.



5. てこの種類と力

- ① 2.5 ② 1 ③ 25 ④ 2 ⑤ 187.5
⑥ 3 ⑦ 2 ⑧ 2 ⑨ 1 ⑩ 240
⑪ 1 ⑫ 3 ⑬ 3

解説 ① $4 \times X = 2 \times 5$ ③ $10 \times 50 = 20 \times X$
 $X = 2.5$ $X = 25$
⑤ $15 \times 25 = 2 \times X$ ⑩ $60 \times 4 = X \times 1$
 $X = 187.5$ $X = 240$

演習問題 (本文29ページ)

1. 解答...2

解説...上下肢の関節運動は多くが第3のてこに属するが、このために関節を素早く動かすことができる.

2. 解答...2

解説...第3のてこである.

3. 解答...4

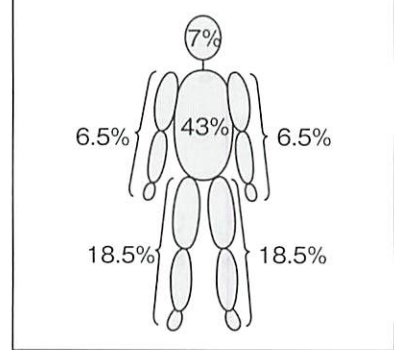
解説...手部, 前腕による伸展トルクは $1.5(\text{kg}) \times 0.2(\text{m}) = 0.3(\text{kg} \cdot \text{m})$ である. 重りによる伸展トルクは $4(\text{kg}) \times 0.4(\text{m}) = 1.6(\text{kg} \cdot \text{m})$ である. 解答はこの合計値で, $1.9(\text{kg} \cdot \text{m})$ である.

等尺性収縮で静止しているということは, 下方へ落ちようとする力を上方へ持ち上げようとする力で平衡させていることになる. ゆえに上方へのトルクは下方への重りのトルク $= 1.5\text{kg} \times 0.2\text{m} = 4\text{kg} \times 0.4\text{m} = 0.3\text{kg} \cdot \text{m} + 1.6\text{kg} \cdot \text{m} = 1.9\text{kg} \cdot \text{m}$

4. 解答...2

解説...左片脚立ちになっているため, 実際にかかるときの力は左脚の重さの11.1kg(片脚は体重の18.5%, $60 \times 0.185 = 11.1$ といわれている)を引いた $60 - 11.1 = 48.9\text{kg}$ である.

<全重量に対する各節の体重比>



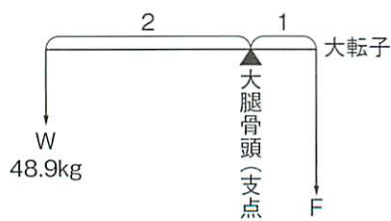
片脚立位における大腿骨頭(股関節)にかかるこの原理は「第1のてこ」である. 骨盤を水平に保つために中殿筋は股関節を支点として骨盤を下方に引く. 重心Wには48.9kgが

加わっているの、Fにかかる力を計算すると、

$$W \times 2 = F \times 1 \rightarrow F = 48.9 \times 2 \div 1 = 97.8 \text{ kg}$$

大腿骨頭にかかる力=

$$W + F = 48.9 + 97.8 = 146.7 \text{ kg}$$



第1のてこ

答え: 約150 kg

5. 解答…2

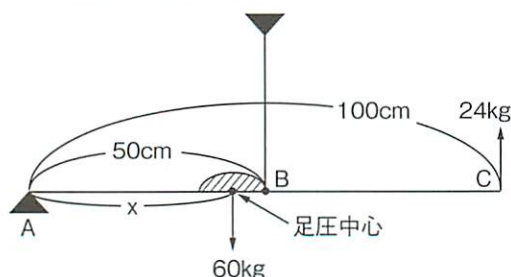
解説…ここで考える。

$$X \text{ cm} \times 60 \text{ kg} = 100 \text{ cm} \times 24 \text{ kg}$$

$$X \text{ cm} = 100 \text{ cm} \times 24 \text{ kg} \div 60 \text{ kg} = 40 \text{ cm}$$

よって足圧中心は踵より前方

$$50 \text{ cm} - 40 \text{ cm} = 10 \text{ cm}$$



6. 解答…3

解説…ここで考える。

Fの運動成分を F_1 とした場合

$$F_1 \times 3 \text{ cm} = 2 \text{ kgw} \times 18 \text{ cm}$$

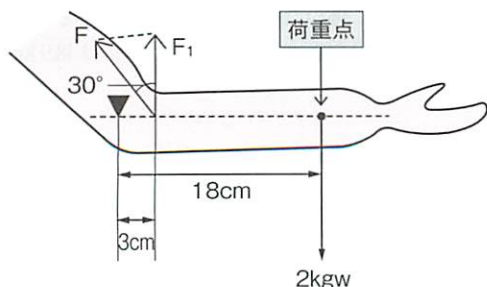
$$F_1 = 12 \text{ kgw}$$

$$F_1 = F \times \cos 30^\circ$$

$$\text{ゆえに } F = F_1 \div \cos 30^\circ$$

$$= 12 \text{ kgw} \div 0.87$$

$$= 13.79 \text{ kgw} \div 14 \text{ kgw}$$



8 骨の構造と機能

基礎問題 (本文33ページ)

1. 緻密骨(皮質骨)

- ① ハバース ② フォルクマン ③ 血管

2. 海綿骨

- ① 多孔性 ② ハバース

3. 骨膜

- ① 神経 ② シャーピー線維

4. 骨髓

- ① 髓腔 ② 赤色 ③ 黄色 ④ 造血

5. 軟骨

- ① 硝子 ② 弾性 ③ 線維

6. リモデリング

- ① リモデリング ② 骨芽細胞 ③ 破骨細胞

7. 骨とホルモン

- ① 上皮小体ホルモン ② カルシトニン

演習問題 (本文34ページ)

1. 解答…3

解説…骨梁は海綿骨にある。踵骨には海綿骨が多い。発育時の骨髓は赤色骨髓でいずれ黄色骨髓。関節面は関節軟骨(軟骨の種類としては硝子軟骨)で覆われている。プロテオグリカンは骨より軟骨に多く存在。

2. 解答…2

解説…骨吸収は破骨細胞。幼児期の骨髓は赤色骨髓。関節面は関節軟骨で覆われる。

9 関節の構造と機能

基礎問題 (本文38ページ)

1. 関節構造の概略

- ① 関節頭 ② 関節窩 ③ 硝子軟骨 ④ 骨膜
⑤ 関節腔 ⑥ 滑膜 ⑦ 線維膜 ⑧ 滑液 ⑨ 靱帯

2. 関節軟骨

- ① 硝子軟骨 ② 減少 ③ 神経 ④ 滑液

3. 関節包と滑膜

- ① 滑液 ② 線維膜 ③ 分泌 ④ 吸収
⑤ ヒアルロン酸

解説

関節面を覆う関節軟骨は乳白色をした硝子軟骨である。関節面同士の摩擦係数は滑液の存在もあって0.02~0.006で、潤滑性は著しく高い。アイススケート時の摩擦係数0.05より低い。

演習問題 (本文39ページ)

1. 解答…5

解説…距腿関節は蝶番関節の変形であるらせん関節に分類。

2. 解答…2,3

解説…顎関節は顆状関節ないしは楕円関節。椎間関節は平面関節。脛骨大腿関節は顆状関節に分類。

3. 解答…1,3

解説…距腿関節、上橈尺関節、指節間関節はすべて1軸性関節に分類。

4. 解答…2,3

解説…肩甲上腕関節は球関節。手根間関節は平面関節と蝶番関節。母指の手根中手関節は鞍関節。

10 腱および靱帯の構造と機能

基礎問題 (本文41ページ)

- ① (○) ② (×) ③ (○) ④ (×) ⑤ (×) ⑥ (○)

解説

- ② 腱傍組織は血管に富む。
④ 腱紡錘の求心性線維はIbである。
⑤ 腱鞘の外層は線維膜である。

11 骨格筋の構造と機能

基礎問題 (本文46ページ)

1. 筋の収縮

- ① ATP (アデノシン三リン酸)
② 細 ③ 太 ④ 滑走 ⑤ Ca

2. 筋線維の種類と性質

- ① I ② II
③ 速筋 ④ 遅筋 ⑤ ミオグロビン ⑥ 遅筋
⑦ 赤(または遅) ⑧ 白(または速) ⑨ 低

3. 興奮収縮連関

- ① アセチルコリン ② Naイオン ③ 活動電位
④ 横行小管 ⑤ Caイオン

4. 筋収縮時のエネルギー

- ① ATP ② クレアチンリン酸 ③ グリコーゲン
④ クエン酸

演習問題 (本文47ページ)

1. 解答…2

解説…11-② (p.43) の図を参照。H帯はA帯の中央部にある。

2. 解答…2

解説…貯蔵されるエネルギー源はクレアチリン酸の他にATP、グリコーゲンがある。筋の直接的なエネルギー源はクレアチリン酸(cp)とATP(アデノシン三リン酸)である。筋収縮機構にマグネシウムイオンは関与しない。

3. 解答…2

解説…タイプIがタイプIIに対して持久力に優れていることに注目。

4. 解答…1,2

解説…タイプIがタイプIIbに対して持久力に優れていることに注目。

5. 解答…4

解説…筋小胞体からは Ca^{2+} が放出される。横行小管内は活動電位が通過。ミオシンフィラメントのATPが加水分解。トロポニンが移動してアクチンフィラメントの結合部が露出する。

12 筋収縮 その1

基礎問題 (本文51ページ)

- ① 動筋 ② 拮抗筋
③ 求心 ④ 遠心
⑤ 上昇
⑥ 等尺 ⑦ 遠心
⑧ 拮抗 ⑨ 遠心
⑩ トレンデレンブルグ

解説

トレンデレンブルグ現象とは、片脚立ちをした時に遊脚側の骨盤が沈下する現象をいう。原因は立脚側の股関節外転筋群の筋出力の低下により骨盤を水平位に保持できないことにある。

演習問題 (本文52ページ)

1. 解答…1

解説…1. は求心性収縮の形態をとる。

2. 解答…4

解説…4. は静的な筋耐力力の向上には等尺性収縮が、動的な筋持久力には等張性収縮がより適している。

2. は等尺性収縮は等張性収縮と比較して筋内圧が高くなるため血圧は上昇傾向となる。

3. 解答…1

解説…2. は保持しているので関節運動は止まっている→等尺性収縮

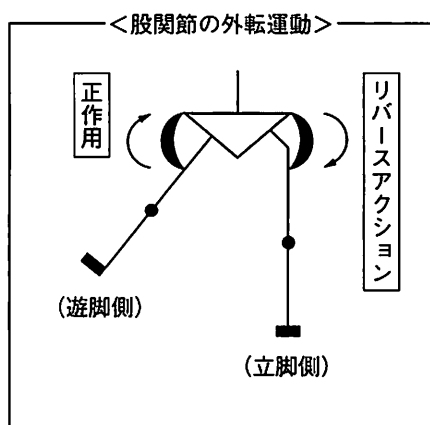
3. は挙上するとき、大腿直筋は短縮する→求心性収縮

4. は膝を屈曲していくので四頭筋は伸びていく→遠心性収縮

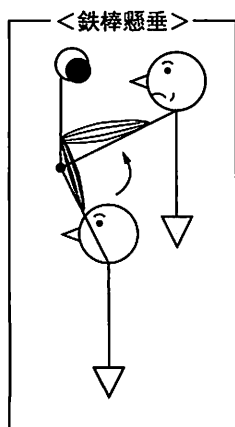
5. は接種時に膝は伸展位であり、立脚初期にかけてやや膝は屈曲する。→遠心性収縮

4. 解答…3

解説…3. は片脚立位時に遊脚中殿筋が収縮すると股外転が起こる。これは正作用である。立脚側の中殿筋が骨盤を水平に保つ作用がリバースアクションである。

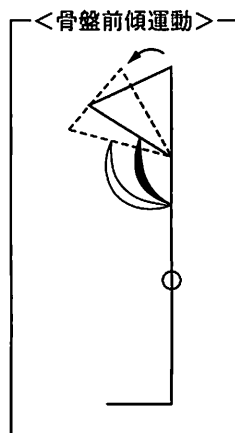


1. は上腕二頭筋による鉄棒の懸垂では前腕に対して上腕が近づいてくる。この作用がリバースアクションである。

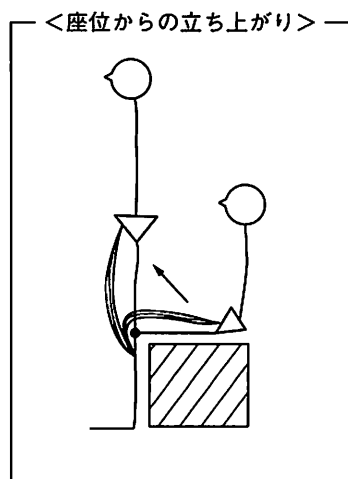


2. は腸腰筋による骨盤の前傾運動では、大腿に対して骨盤が屈曲するのでリバースアク

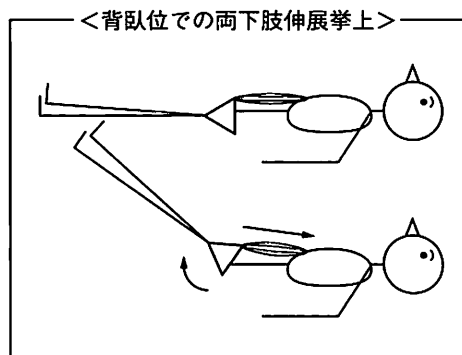
ションである。



4. は大腿四頭筋による椅子からの立ち上がりでは、下腿に対して大腿側が伸展してくるのでリバースアクションである。



5. は腹直筋による背臥位での両下肢伸展挙上に伴う骨盤後傾では、腹直筋が骨盤前部を引き上げるのでリバースアクションである。



13 筋収縮 その2

基礎問題 (本文55ページ)

- ① 大きな
- ② 低下
- ③ 低い
- ④ 小さい
- ⑤ 数 ⑥ 絶対筋力 ⑦ 6
- ⑧ 静止張力 ⑨ 最大 ⑩ 著し

解説 ・筋収縮の程度は、「活動に参加する運動単位の数、運動単位の興奮頻度、および各運動単位の活動のタイミング」で決まる。
 ・筋を収縮させて得られた全張力から静止張力を引くと、神経の命令によって生じた筋収縮による活動張力が得られる。静止張力は筋長が長くなるとその張力は増加するが、活動張力は筋長が2.2~2.3μm時が最も強い張力を発揮し、それより筋長が短くても長くても張力は減少する。

演習問題 (本文56ページ)

1. 解答…2

解説…神経支配比が小さいと繊細な運動に都合よい。γ運動ニューロンは筋紡錘内の筋線維を支配する。小径の脊髄前角細胞の閾値は低い。

2. 解答…4

解説…活動電位の大きな運動単位には直径の大きな筋線維が対応する。運動単位には遠心性線維(=感覚神経)は含まない。運動単位の発射頻度は小さな運動単位(遅筋線維の運動単位)では10~20Hzで大きな運動単位(速筋線維の運動単位)は30~60Hz。神経支配比が小さいと繊細な運動に都合よい。大きな運動単位は小さな運動単位に比し閾値は高い。

3. 解答…3

解説…筋を収縮させて得られた全張力から静止張力を引くと、筋収縮によって発生した活動張力が得られる。静止張力は筋長が長くなると増加するが、活動張力はかえって減少する(活動張力=全長力-静止張力なので筋長が長くなりすぎると活動張力は減少する)。筋の短縮速度は筋に加えられた負荷によって変化する。負荷が大きくなれば短縮距離は小さくなり、速度も遅くなる。

15 運動の中樞神経機構

基礎問題 (本文63ページ)

- ① 随意 ② 大脳皮質
- ③ 反射弓 ④ 脊髄
- ⑤ 定型的
- ⑥ 筋紡錘
- ⑦ 長さ
- ⑧ Ia線維
- ⑨ 筋長
- ⑩ 脳幹

解説 反射運動の中樞は脊髄や脳幹レベルであり、随意運動のそれは大脳皮質レベルであることより、随意運動の方がより高度な運動といえる。

演習問題 (本文64ページ)

1. 解答…3

解説…二次終末は核鎖線維との結合が強い。眼筋や舌および虫様筋には筋紡錘が高密度に分布。Ia群線維は核鎖および核袋の両線維からの求心線維。錘内筋はγ運動ニューロンに支配される。

2. 解答…3

解説…受容器は腱紡錘。抑制性の介在ニューロンが反射弓内に存在するので多シナプス性反射。反射の中樞は脊髄。求心性神経はIb群。

3. 解答…1,2

解説…伸張反射の反射弓は、筋を引き延ばす機械的刺激→受容器は腱紡錘→求心性線維はIa線維→中樞は脊髄→遠心性線維はα運動線維→効果器は筋。

16 運動とエネルギー代謝

基礎問題 (本文66ページ)

- ① 再合成
- ② クレアチリン酸
- ③ 酸素 ④ グリコーゲン
- ⑤ 座位
- ⑥ 8

解説 ⑥の代謝当量は1METが3.5ml/kg/分であるため、最大酸素摂取量2,100ml/分をまずは体重で割り、それをまた1METである3.5ml/kg/分で割って導く。
 すなわち、 $2,100(\text{ml/分}) \div 75(\text{kg}) \div 3.5(\text{ml/kg/分}) = 8$

17 運動と呼吸・循環

基礎問題 (本文69ページ)

- ① 呼吸数
- ② 中程度
- ③ 最大酸素摂取量
- ④ 有酸素
- ⑤ 最大酸素摂取量
- ⑥ 170
- ⑦ 収縮期血圧

解説 ⑥の予測される最大心拍数は220-年齢(拍/分)で求めるので、220-50で170拍/分となる。

第2章 上肢の運動学

1 上肢の解剖学

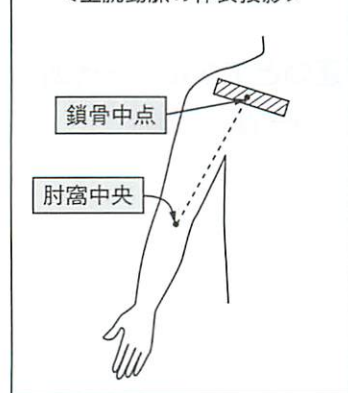
基礎問題 (本文81ページ)

1. 上肢の骨

- ① ○
- ② ×
- ③ ○
- ④ ×
- ⑤ ○
- ⑥ ○

解説 ②鎖骨は最も折れやすい骨でもあるが、最も早く骨化しやすい骨でもある。骨折好発部位として小児では肩鎖関節のすぐ内側、成人では外側1/3の部位が挙げられる。
④上腕骨外科頸骨折では腋窩神経損傷を、上腕骨中央部骨折では橈骨神経損傷を、内側上顆骨折では尺骨神経損傷を合併しやすい。

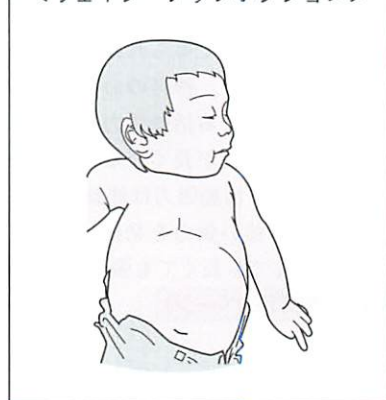
＜上腕動脈の体表投影＞



- b. ⑧ 腋窩 ⑨ 大胸 ⑩ 肘窩 ⑪ 解剖学 ⑫ 鎖骨 ⑬ 肘窩 ⑭ 脈
- c. ⑮ エルブ ⑯ クルンブケ ⑰ 腋窩 ⑱ ウェイターチップ ⑲ 下垂手 ⑳ 正中 ㉑ 鷲手

解説 ⑱ウェイターチップポジションとは上位型損傷の特徴で、肩の外転、回旋、肘屈曲が不可能となり、前腕回外力が低下するが手部に運動麻痺はない(上肢下垂位にて肩内転、肘伸展、前腕回内位)。

＜ウェイターチップポジション＞



・エルブ麻痺：C5~7(上部腕神経叢)麻痺のことで、筋皮神経、腋窩神経および橈骨神経の一部の麻痺が出現する。三角筋、上腕二頭筋、上腕筋、腕橈骨筋、回外筋の麻痺、棘上筋、棘下筋、肩甲下筋が麻痺する場合がある。

・クルンブケ麻痺：下位型腕神経叢麻痺でC7~Th1の損傷による麻痺、正中神経、尺骨神経の麻痺が出現し、前腕から手部の屈筋の麻痺が起こる。

演習問題 (本文82ページ)

1. 解答…3
2. 解答…1,3
解説…筋皮神経は外側神経束に由来、正中神経は外側および内側神経束に由来、尺骨神経は内側神経束に由来。
3. 解答…2,5
解説…小胸筋の起始部は烏口突起、上腕二頭筋長頭の起始部は肩甲骨関節上結節。
4. 解答…2,3
解説…肩甲上腕関節は球関節、手根間関節は平面関節と顆上関節が混在、母指の手根中手関節は鞍関節。
5. 解答…2

2. 上肢の解剖

- a. ① 移動または支持 ② 作業 ③ 神経 ④ 血管 ⑤ 上肢帯 ⑥ 自由 ⑦ 胸鎖

解説…回外筋は深部の筋で、尺側手根手根伸筋、指伸筋、長短橈側手根伸筋、腕橈骨筋で覆われている。

6. 解答…3

解説…腕橈骨筋は回外位からの前腕中間位までの回内運動に、および回内位から前腕中間位まで

の回外運動に作用する。

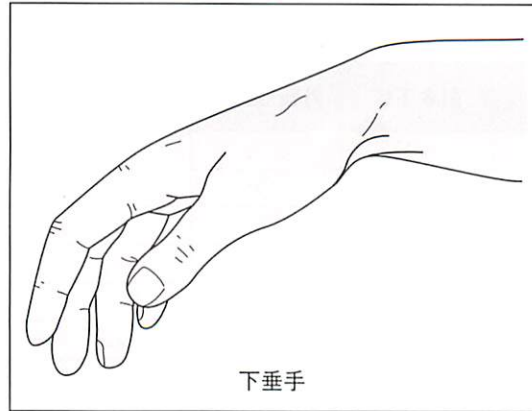
7. 解答…5

解説…長母指外転筋は橈骨と尺骨の中部背側面および前腕骨間膜から起始。

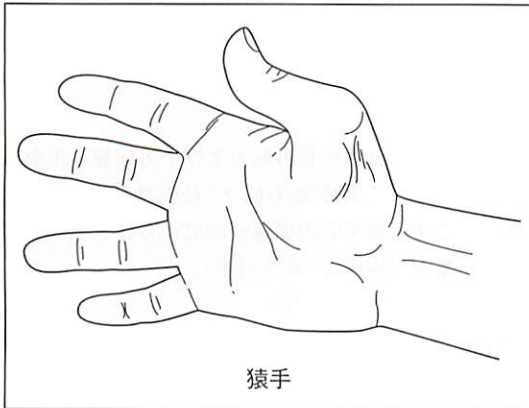
8. 解答…2

解説…②は有鉤骨である。

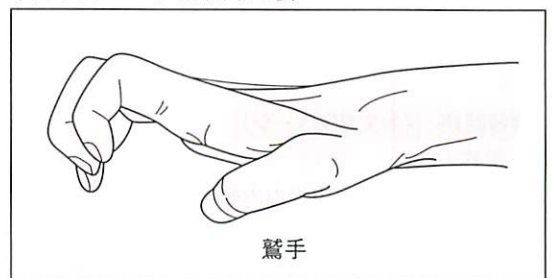
(本文 81 ページ基礎問題⑩)



(本文 81 ページ基礎問題⑳)



(本文 81 ページ基礎問題㉑)



2 上肢帯の運動学

基礎問題 (本文88ページ)

1. 上肢の関節と靱帯

- ① 前外 ② 四辺 ③ 後内 ④ 三角
⑤ 肩甲 ⑥ 前 ⑦ 後
⑧ 30 ⑨ 60

2. 肩甲骨の運動分析

〈肩甲骨の運動分析〉

筋	運動	挙上	引き下げ	外転(屈曲)	内転(伸展)	上方回旋	下方回旋
鎖骨下筋			○				
小胸筋			○	○			○
前鋸筋				○		○	
僧帽筋上部	○				△	○	
僧帽筋中部					○		
僧帽筋下部			○		△	○	
肩甲挙筋	○						△
菱形筋	○				○		○

○：主に働く筋(動筋：prime mover)，△：補助的に働く筋(補助動筋：assistant mover)。

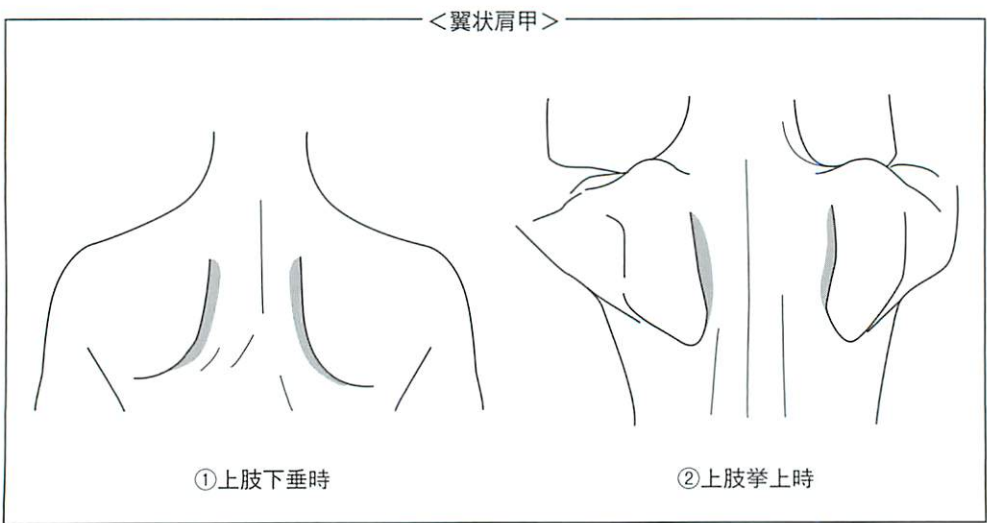
演習問題 (本文88ページ)

1. 解答…4

解説…大菱形筋は肩甲骨の内転・挙上・下方回旋に作用する。

2. 解答…4

解説…前鋸筋は肩甲骨外転および上方回旋作用をもつが、これが筋力低下(長胸神経麻痺)を起こすと肩甲骨内側縁が胸郭から浮き上がる現象が出現する(翼状肩甲)。



3. 解答…1

解説…肩の屈曲を行う場合、肩甲骨の上方回旋を伴う。

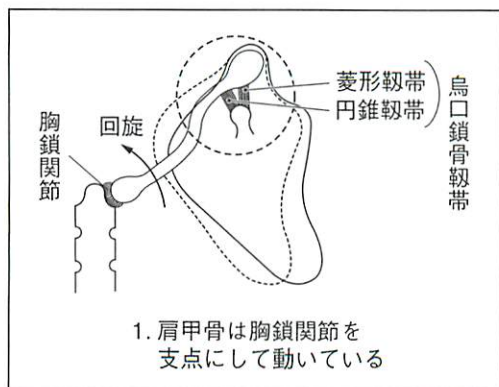


4. 解答…3,5

解説…前鋸筋の下部線維が肩甲骨下角を外側上方に引き上げるために肩甲骨の上方回旋を生じる。

5. 解答…2

解説…2. 肩鎖関節が30°回旋、胸鎖関節が30°回旋後に烏口鎖骨靱帯が緊張して肩甲帯の回旋を制限する。



6. 解答…2

2. 肩甲骨下制：僧帽筋下部、鎖骨下筋、小胸筋、広背筋、大胸筋

解説…1. 肩甲骨挙上：僧帽筋上部、肩甲挙筋、菱形筋

3. 肩甲骨外転：小胸筋、前鋸筋
4. 肩甲骨内転：僧帽筋中部、菱形筋
5. 肩甲骨上方回旋：前鋸筋、僧帽筋上部・下部

7. 解答…1

解説…上方回旋の回旋軸と筋の走行を考えた場合、僧帽筋と前鋸筋はともに肩甲骨の上方回旋に関与する。他の筋の組合せは肩甲骨の下方回旋に作用する。

3 肩関節の運動学

基礎問題 (本文95ページ)

1. 肩関節

- ① 135 ② 30 ③ 45

解説 ③ 上腕骨頸体角は約135°。上腕骨頭の骨体に対するねじれは後方30°である。



④ 関節唇

- ⑤ 回旋筋腱板 ⑥ 肩甲下 ⑦ 上腕骨頭

⑧ 外転

2. 肩関節の動きに伴う肩甲骨の運動

- ① 外 ② 後 ③ 内 ④ 前 ⑤ 上 ⑥ 内 ⑦ 下
⑧ 外 ⑨ 上

3. 肩甲胸郭(仮性)関節の安定化と回旋筋腱板

- ① 外転 ② 引きつける ③ 翼状肩甲
④ 肩甲下筋 ⑤ 小円筋 ⑥ 前鋸筋

解説 ③ 長胸神経に支配される前鋸筋は肩甲骨の外転および上方回旋作用と同時に、肩甲骨を胸郭側に引きつける作用をもつので、この筋が麻痺すると肩甲骨の内側縁が胸郭から浮き上がる現象(翼状肩甲)を認める。

演習問題 (本文96ページ)

1. 解答…5

解説…肩関節の水平屈曲に作用する筋は三角筋前部、大胸筋鎖骨部・胸腹部、烏口腕筋、肩甲下筋である。広背筋は肩関節伸展、内転、内旋、水平伸展(水平外転)に関与する。ただし三角筋の場合、三角筋前部が水平屈曲に作用し、三角筋の中部と後部は水平伸展に作用する。

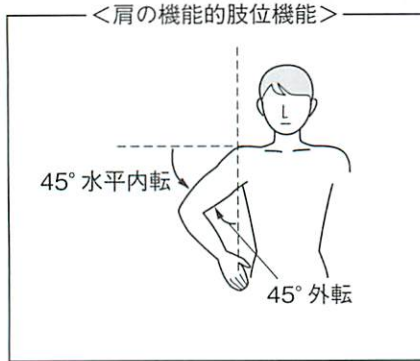
2. 解答…3

解答…1. 肩関節の自由度は3である。

2. 回旋筋腱板は肩甲上腕関節を補強している。

4. 外転運動における肩甲骨の回旋は30°以上で生じる。

5. 肩関節の機能的肢位は45°外転位で前額面に対して45°水平内転した位置である。



3. 解答…1,5

解説…三角筋の前部は屈曲・内旋・水平屈曲に働く。棘上筋は外転に働く。大円筋は伸展・内転・内旋に働く。

4. 解答…1,4

解説…大円筋は伸展に作用。小円筋は外旋に作用。烏口腕筋は屈曲に作用。

5. 解答…5

6. 解答…2

解説…1の付着は棘上筋。3の付着部は広背筋。4の付着部は大円筋。5の付着部は大胸筋

7. 解答…4

解説…小円筋以外に筋はすべて内旋に作用する。

8. 解答…3,5

解説…小円筋は肩関節外旋に作用。広背筋は肩関節伸展・内旋・内転作用

4 肘関節と前腕の運動学

基礎問題 (本文101ページ)

1. 腕尺関節・腕橈関節

① 上腕 ② 尺 ③ 腕尺 ④ 屈曲

⑤ 伸展(④・⑤順不同)

⑥ 腕橈 ⑦ 屈曲 ⑧ 伸展(⑦・⑧順不同)

⑨ 回旋

2. 上(近位)橈尺関節

① 上橈尺 ② 回内 ③ 回外(②・③順不同)

3. 肘角

① 伸展 ② 回外 ③ 運搬

4. ヒューター線とヒューター角

① 肘頭 ② 三角

5. 肘関節の構造

① 滑車切痕 ② 橈骨頭窩 ③ 肘頭窩 ④ 肘頭

⑤ 球

⑥ らせん

⑦ 内側側副 ⑧ 外側側副(⑦・⑧順不同)

⑨ 橈骨輪状

⑩ 上腕二頭

⑪ 回外

6. 肘関節の屈曲・伸展

① 鉤突窩

② 減少

③ 屈曲

7. 前腕の回外・回内

① 前腕骨間膜

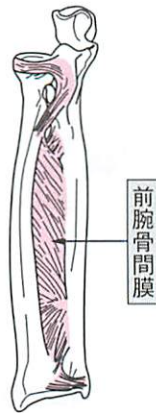
② 尺 ③ 橈

④ 5

⑤ 広

⑥ 回外 ⑦ 筋皮

⑧ 正中 ⑨ 屈または掌



演習問題 (本文103ページ)

1. 解答…5

解説…肘関節伸展時に外側上顆、肘頭、内側上顆が一直線上に並び、肘関節屈曲時にはこの肘頭外側上顆、内側上顆でヒューター三角を形成する。

2. 解答…2

解説…2. 腕橈関節は球関節である。

3. 解答…3

解説…腕橈骨筋は回外位からの前腕中間位までの回

内運動に、および回内位から前腕中間位までの回外運動に作用する。上腕二頭筋は回外、上腕筋はいずれにも関与しない。肘筋は回内、長母指外転筋は回外に関与。

4. 解答…1,5

解説…肘筋および上腕三頭筋は肘関節伸展に作用。

5. 解答…4,5

解説…肘筋は回内に働き、長掌筋および上腕筋はいずれにも関与しない。

5 手関節の運動学

基礎問題 (本文107ページ)

- ① 月状骨 ② 舟状骨 ③ 手根間 ④ 橈骨手根
⑤ 屈筋支帯 ⑥ 長母指屈筋 ⑦ 正中 ⑧ 母指
⑨ 尺側手根伸筋 ⑩ 尺側手根伸筋

演習問題 (本文107ページ)

1. 解答…3

解説…手根管内を貫通する腱の周囲には腱の可動を円滑にするために滑液鞘がある。長掌筋腱は手根管を構成する屈筋支帯の直ぐ外側に位置する。

2. 解答…1,2

解説…背屈に作用する筋は長・短橈側手根伸筋および尺側手根伸筋。橈屈に作用する筋は長・短橈側手根伸筋、橈側手根屈筋、長母指外転筋および長・短母指伸筋

6 手の運動学 その1

基礎問題 (本文115ページ)

- ① 3 ② 側副 ③ 緊張 ④ 鞍 ⑤ 蝶番
⑥ 背側骨間筋 ⑦ 小指外転筋 ⑧ 屈曲 ⑨ 伸展
⑩ 過伸展 ⑪ 屈曲 ⑫ 支靭帯

演習問題 (本文115ページ)

1. 解答…5

解説…横つまみは母指の屈曲に対して示指(第2指)が外転方向に動くことで成り立つ。

2. 解答…5

解説…掌側骨間筋は示指と環指および小指のMP関節の内転に関与。

3. 解答…4

解説…母指のCM関節は鞍関節なので自由度2。

4. 解答…1,4

解説…虫様筋は示指から小指までのMP関節屈曲に関与。第1背側骨間筋は示指の外転に関与。掌側骨間筋はPIP関節を伸展。

5. 解答…1,3

解説…虫様筋は示指から小指までのMP関節屈曲に関与。母指内転筋は母指のCM関節の内転に関与。母指対立筋は母指のCM関節の対立に関与。

7 手の運動学 その2

基礎問題 (本文120ページ)

- ① ボタン穴(ボタンホール)
② 白鳥の首(スワンネック)
③ 虫様 ④ 過伸展 ⑤ 屈曲 ⑥ 劣位(マイナス)
⑦ 虫様筋 ⑧ 正中
⑨ 槌

解説 尺骨神経支配の筋

- ・ 尺側手根筋屈筋(手関節掌屈・尺屈)
- ・ 第4・5深指屈筋(第4・5指DIP屈曲)
- ・ 第4・5虫様筋(第4・5指MP屈曲、PIP・DIP伸展)
- ・ 掌側・背側骨間筋(第2・3・4指MP屈曲、PIP・DIP伸展)
- ・ 小指外転筋(第5指外転)
- ・ 短小指屈筋(第5指MP屈曲)
- ・ 小指対立筋(第5指対立)
- ・ 短掌筋(手掌腱膜緊張)
- ・ 短母指屈筋(一部正中神経)
- ・ 母指内転筋(母指内転)

これらの筋の麻痺が出現し、運動不能となる。MP関節の屈曲に作用する主動筋は虫様筋であるが、この筋は二重神経支配を受ける内側の2つの筋は尺骨神経に支配され、外側の2つの筋は正中神経に支配されている。

演習問題 (本文120ページ)

1. 解答…3

解説…(機能的肢位)

手関節：中等度背屈位

母指：中等度背屈位

軽度尺屈位

掌側外転位

第2~5指：軽度屈曲位

※手の各種動作を行いやすい肢位

2. 解答…1,2

解説…立位での上肢を垂らした時の肢位は休息肢位。手関節は背屈30°位である。

第3章 下肢の運動学

1 下肢の解剖学

基礎問題 (本文130ページ)

- ① ○ ② × ③ ○ ④ × ⑤ ○ ⑥ ○ ⑦ ×
 ⑧ ○ ⑨ × ⑩ × ⑪ ○ ⑫ ○ ⑬ × ⑭ ×
 ⑮ ○ ⑯ × ⑰ × ⑱ × ⑲ × ⑳ ○

解説 スカルパ三角内には大腿神経がある。大腿四頭筋の支配神経は大腿神経。成人の膝は伸展位でやや外反。

演習問題 (本文131ページ)

1. 解答…1,4

解説…スカルパ三角の三辺は外辺は縫工筋内縁、内辺は長内転筋外縁、上辺は鼠径靱帯で形成され、三角の中には大腿神経、大腿動静脈があり、底面上部には腸腰筋、底面下部には恥骨筋が位置する。

2. 解答…4,5

3. 解答…5

解説…1. 大転子は股関節45°屈曲位でローザー・ネラトン線上に触れる。

2. スカルパ三角は、鼠径靱帯、長内転筋外縁、縫工筋内縁で囲まれた三角である。

3. ハムストリングスは半腱様筋、半膜様筋、大腿二頭筋の総称。

4. トレンデレンブルグ徴候は患脚側で片脚立ちになった場合、遊脚側である健側骨盤が落下する現象をいう。

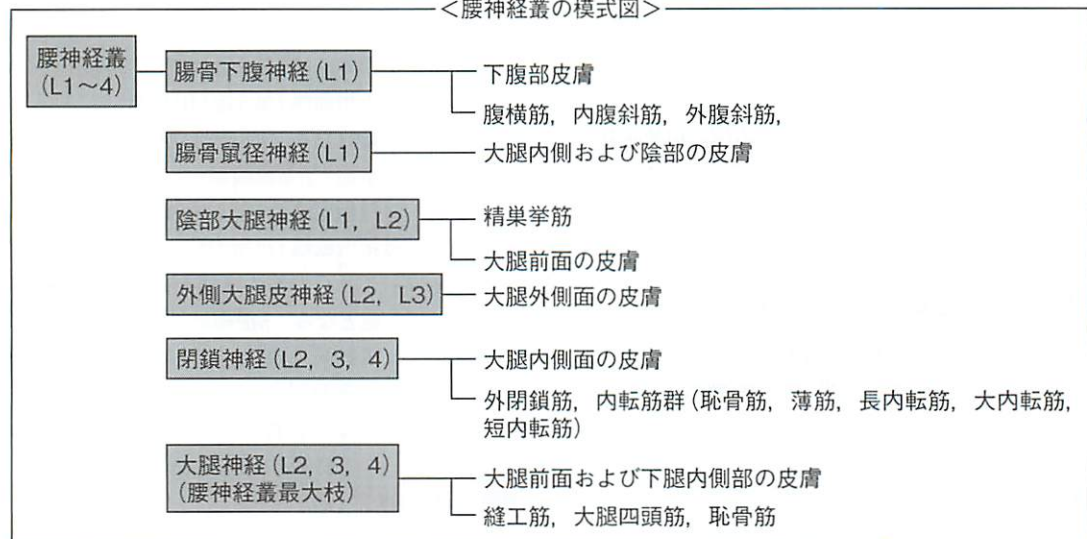
4. 解答…1

解説…閉鎖神経は腰神経叢からの分枝である(下の模式図を参照)。

5. 解答…5

解説…腸腰筋は小転子、長内転筋は大腿後面の粗線、半腱様筋は脛骨上部内側、長腓骨筋は内側楔状骨および第1中足骨底。

＜腰神経叢の模式図＞



〈股関節の動きと靭帯の緊張〉

	屈曲	伸展	外転	内転	外旋	内旋
腸骨大腿靭帯(上)	—	+	—	+	+	—
腸骨大腿靭帯(下)	—	+	+	+	+	—
恥骨大腿靭帯	—	+	+	—	+	—
坐骨大腿靭帯	—	+	+	—	—	+
大腿骨頭靭帯	—	—	—	+	—	—

— : 靭帯の緊張を示す

(Lanz et al. 1959)

2 股関節の運動学

基礎問題 (本文136ページ)

- ① 寛骨臼 ② 関節唇 ③ 大腿骨頭 ④ 腸骨大腿靭帯 ⑤ Y ⑥ 伸展 ⑦ 外転 ⑧ 内旋 ⑨ 腸腰筋 ⑩ 少な ⑪ 伸展 ⑫ ハムストリングス ⑬ 中殿筋 ⑭ 大殿筋 ⑮ 伸展 ⑯ 大殿筋 ⑰ 梨状筋 ⑱ トレンデレンブルグ ⑲ デュシャンヌ ⑳ 短縮

解説

③ 大腿骨頭靭帯内を通る血管は大腿骨頭靭帯動脈。④ ⑤ 腸骨大腿靭帯はYを逆さまにしたように見え、恥骨大腿靭帯と一体でNないしはZ靭帯といわれる。

⑨ の設問はトーマステストのことで、骨盤を他動的に後傾した場合に、自由下肢側の股関節が屈曲するのは、その股関節の屈曲作用をもつ腸腰筋または大腿直筋が短縮しているからである。

(トーマステストについて)

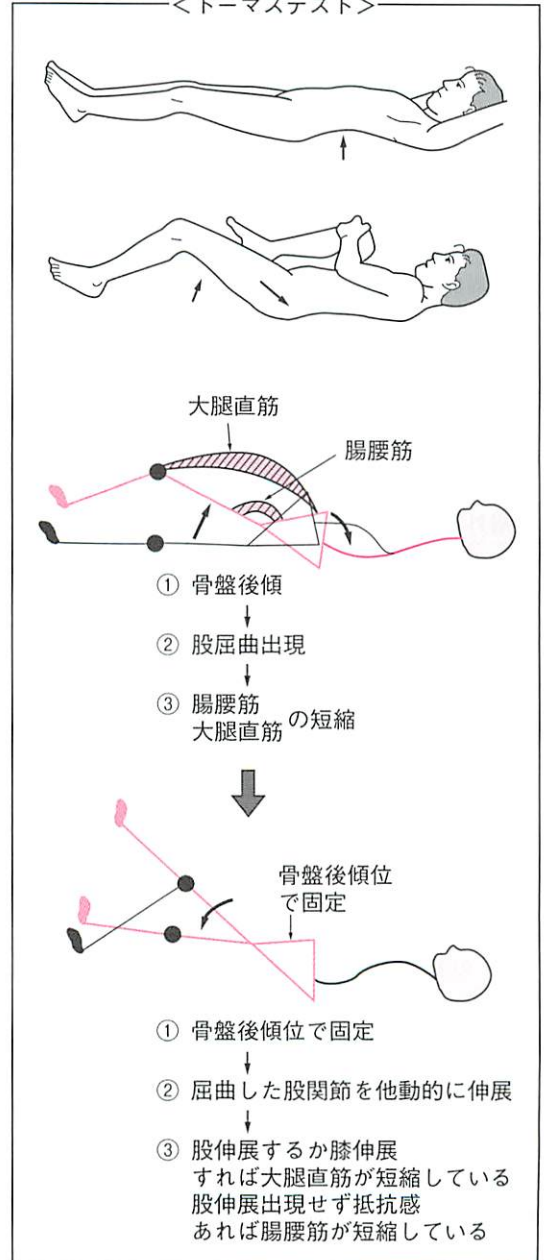
腸腰筋の起始は腸骨内側面、大腿四頭筋(大腿直筋)の起始は下前腸骨棘、白蓋上縁であるため、起始のある骨盤を後傾させるとこの2筋が短縮していれば、股関節は屈曲すると考える。この2筋のどちらが短縮しているのか見分ける場合、トーマスポジションで骨盤を固定し、屈曲してきた自由下肢の股関節を伸展方向へ動かす。このときに抵抗感があって伸展できなければ腸腰筋の短縮を疑う。また、股伸展させて股の伸展は可能でも、その際に膝が伸展してくれば大腿直筋の短縮を疑う。

⑫ ハムストリングスとは大腿後面の大腿二頭筋、半膜様筋、半腱様筋の総称名。

⑱ トレンデレンブルグ現象は転倒の原因となる。

⑳ 股関節屈筋のリバースアクションで骨盤は前傾することから理解できる。

〈トーマステスト〉



演習問題 (本文136ページ)

1. 解答…3,5

解説…腸骨大腿靱帯の外側線維は伸展、内転、内旋方向を制限。腸骨大腿靱帯の内側線維は伸展、内・外転、外旋を制限。

坐骨大腿靱帯は伸展、外転、内旋を制限。

半膜様筋が収縮すると股関節が伸展するので股関節の屈曲を制限。

〈股関節に作用する筋と制限方向〉

筋名	作用方向	制限方向
恥骨筋	屈曲、内転、外旋	伸展、外転、内旋
腸腰筋	屈曲(骨盤前傾)	伸展
縫工筋	屈曲、外転、外旋	伸展、内転、内旋
大腿直筋	屈曲	伸展
大腿筋膜張筋	屈曲、外転、内旋	伸展、内転、外旋
大殿筋	伸展、外旋	屈曲、内旋
大腿二頭筋	伸展、外旋	屈曲、内旋
半腱様筋	伸展、内旋	屈曲、外旋
半膜様筋	伸展、内旋	屈曲、外旋
中殿筋	外転	内転
小殿筋	外転、内旋	内転、外旋
薄筋 (長・短・大)	内転	外転
内転筋	内転	外転
深層外旋6筋	外旋	内旋

※深層外旋6筋

内・外閉鎖筋、上・下双子筋、大腿方形筋、梨状筋

2. 解答…1

解説…縫工筋は股関節の屈曲、外転、外旋に作用。小殿筋は股関節の内旋、屈伸、外転、外旋に作用。

梨状筋は股関節の外旋に作用。大殿筋は股関節の伸展、外転、外旋に作用。大腿方形筋は股関節の外旋に作用。

3. 解答…1,4

解説…股関節の内旋に作用する筋は小殿筋、中殿筋の前部線維、半腱様筋、半膜様筋。

4. 解答…1,3

解説…縫工筋は上前腸骨棘から起始し鵞足となって脛骨上部内側に停止。長内転筋は恥骨体から起始し大腿骨後面の粗線に停止。内側広筋は大腿骨内側面から起始し膝蓋骨に停止。

5. 解答…2,3

解説…小殿筋の主たる作用は股関節の内旋。大腿筋膜張筋の主たる作用は股関節の屈曲と外転。

恥骨筋の主たる作用は股関節の屈曲と内転。大腿直筋の主たる作用は股関節の屈曲と膝関節の伸展。縫工筋の主たる作用は股関節の屈曲、外転、外旋。

6. 解答…4

解説…股関節の外旋には主には梨状筋、上下双子筋、内外閉鎖筋、大腿方形筋および大殿筋が作用する。

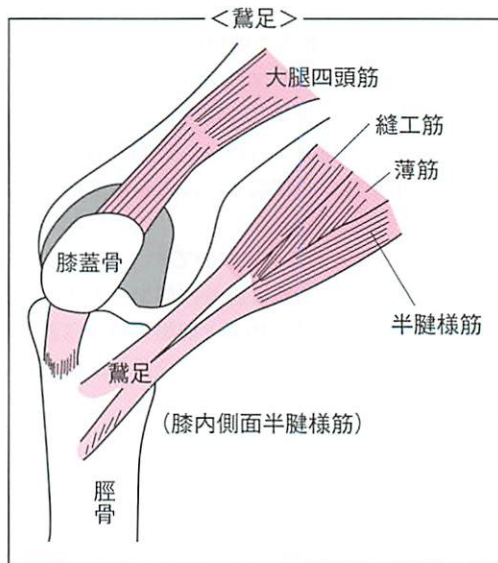
3 膝関節の運動学

基礎問題 (本文147ページ)

1. 膝関節の靱帯や半月および筋

- ① 大腿脛骨関節 ② 1 ③ 屈曲 ④ 伸展
⑤ 弛んで ⑥ 前 ⑦ 前 ⑧ 適合性 ⑨ 後
⑩ 膝蓋半月 ⑪ 前 ⑫ 前 ⑬ 2 ⑭ 屈曲
⑮ 大腿二頭筋 ⑯ 外旋 ⑰ 大腿二頭筋長頭
⑱ 鵞足 ⑲ 内旋 ⑳ 滑り

解説 ⑱ 鵞足(縫工筋、薄筋、半腱様筋)は脛骨内側顆に付着するため、これが収縮すると下腿を内旋させる。



2. 膝関節の運動に作用する筋

- ① 伸 ② 伸 ③ 伸 ④ × ⑤ × ⑥ 屈 ⑦ 屈
⑧ 屈 ⑨ × ⑩ × ⑪ 屈 ⑫ × ⑬ × ⑭ ×
⑮ × ⑯ 屈 ⑰ 屈 ⑱ × ⑲ × ⑳ × ㉑ ×
㉒ 屈

演習問題 (本文148ページ)

1. 解答…2

解説…前十字靱帯は完全伸展位および下腿内旋位で特に緊張する。

2. 解答…2

解説…屈曲角度が増すと滑り運動が多くなる。内側側副靱帯は屈曲位でも伸展位でも下腿の外旋を制限するが、特に伸展位での制限が強い。伸展位に向かって下腿は外旋。内側半月は内側側副靱帯と連結していることと脛骨関節面の形状からして可動は少ない。前十字靱帯は脛骨の前方への剪断力に拮抗する。

3. 解答…2

解説…外側側副靱帯は屈曲位で弛む。内側半月は内側側副靱帯と連結しているが、外側半月は外側側副靱帯とは連結していない。膝伸展位では大腿骨軸と脛骨軸とは軽度外反。後十字靱帯は大腿骨顆間窩前内側から斜め後外方に走行し、脛骨の後顆間区の外方に付着。

4. 解答…4

解説…膝伸展位では大腿骨軸と脛骨軸とは軽度外反。膝蓋腱は大腿四頭筋の力を脛骨に伝える。

5. 解答…2

解説…縫工筋は半腱様筋と薄筋とで鵞足筋を構成し下腿の内旋に作用。膝窩筋は下腿内旋。大腿二頭筋と大腿筋膜張筋の停止部から見て下腿の外旋に作用。

6. 解答…3, 4

解説…演習問題5の解説参照

(膝関節の動きの分析)

	屈曲	伸展	内旋	外旋
半 腱 様 筋	○		○	
半 膜 様 筋	○		○	
大 腿 二 頭 筋	○			○*
大 腿 四 頭 筋		○		
大腿筋膜張筋	△	○		△
縫 工 筋	△		△	
薄 筋	△		△	
腓 腹 筋	△			
膝 窩 筋	△		△	
足 底 筋	△			

*短頭だけの作用。

4 足関節と足部の運動学**基礎問題 (本文161ページ)**

1. 足関節を構成する骨

- ① a, b, c
- ② c, d
- ③ c, d, e, f
- ④ f, g, h, i, j, k, l, m, n

解説

- ・距腿関節——脛骨、腓骨、距骨
- ・距骨下関節——距骨、踵骨
- ・ショパール関節——距骨、踵骨、舟状骨、立方骨
- ・リスフラン関節——立方骨、内側楔状骨、中間楔状骨、外側楔状骨、第一中足骨、第二中足骨、第三中足骨、第四中足骨、第五中足骨

(ショパール関節)

踵骨と立方骨間、距骨と舟状骨間の関節の総称

(リスフラン関節)

内側楔状骨と第1中足骨間、中間楔状骨と第2中足骨間、外側楔状骨と第3中足骨間、立方骨と第4・5中足骨間の関節の総称。

2. 足関節の靱帯

① 踵腓 ② 前距腓 (①・②順不同)

③ 内側(三角)

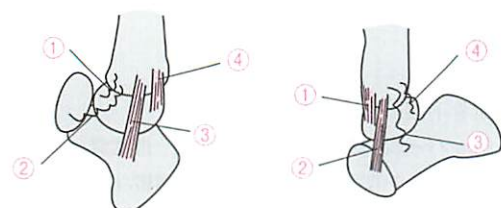
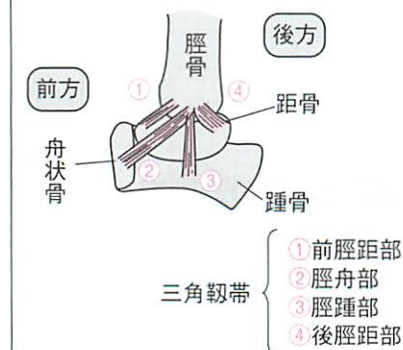
④ 前脛腓

⑤ 踵腓 ⑥ 前距腓 (⑤・⑥順不同)

⑦ 下制(または下降)

<三角靱帯>

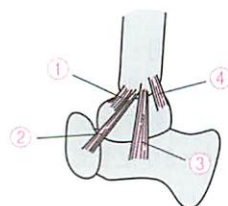
(右足部内側面)



(背屈位)

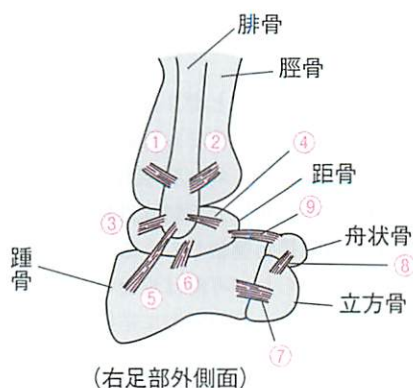
①, ②弛緩
③, ④緊張

(底屈位)

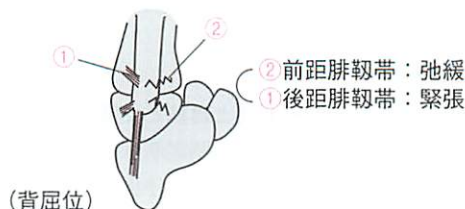
①, ②緊張
③, ④弛緩

(中間位)

<外側側副靱帯>



- ① 後脛腓靱帯
- ② 前脛腓靱帯
- ③ 後距腓靱帯
- ④ 前距腓靱帯
- ⑤ 踵腓靱帯
- ⑥ 距踵靱帯
- ⑦ 踵立方靱帯
- ⑧ 背側立方舟靱帯
- ⑨ 距舟靱帯



3. 足関節の運動学

① 回外

② 背屈 ③ 回内 (②・③順不同) ④ 第三腓骨

⑤ 浅腓骨

⑥ 下伸筋支帯

⑦ 腓骨筋腱 ⑧ 楔状 ⑨ 中足

⑩ 背屈 ⑪ 下垂

⑫ 4 ⑬ 2

⑭ 脛骨 ⑮ 後脛骨 ⑯ 足

4. 距腿関節の運動に関与する筋

- ① 腓腹 ② 長 ③ 前 ④ 長 ⑤ 後
⑥ 長 ⑦ 短 ⑧ 第三(⑥・⑦・⑧は順不同)

5. 足のアーチ

- ① 舟状
② 立方
③ 距骨
④ 立方

6. 足の変形

- ① 内反 ② 外反 ③ 凹 ④ 扁平 ⑤ 踵 ⑥ 尖

演習問題 (本文164ページ)

1. 解答…3

解説…立方骨と接して骨は、踵骨、舟状骨、第3楔状骨、第4中足骨、第5中足骨である。

2. 解答…3

解説…距腿関節の運動軸(背・底屈運動軸)は膝軸(屈伸運動軸)に対して5~15°外捻している。舟状骨は内側縦アーチに関与。背屈では関節頭である距骨滑車が脛骨と距骨とで構成される関節窩に食い込むようになるため果間距離は拡大する。Lisfranc関節ではわずかな背底屈と内外転が生じる。Böhler角とは踵骨隆起から後距骨踵関節面を結んだ線と前距骨関節面と後距骨関節面を結んだ線とでできる角度をいう。正常は20~40°。踵骨骨折時の骨片の転移状態を表す。

3. 解答…4

解説…中足間関節は横アーチに関与。横足根関節は縦アーチを形成。足根中足関節=Lisfranc関節ではわずかな背底屈と内外転が生じる。距腿関節は底屈位で関節の遊びが大きくなる。

4. 解答…4

解説…内側楔状骨には前脛骨筋や長腓骨筋が停止。舟状骨と立方骨には後脛骨筋が停止。踵骨には腓腹筋やヒラメ筋が停止。

5. 解答…1,5

解説…足関節背屈に関与する筋は前脛骨筋、第3腓骨筋の他に長母趾伸筋ならびに長趾伸筋がある。長腓骨筋は外反・底屈作用。後脛骨筋は内反・底屈作用。長趾屈筋は足関節の内反・底屈作用。

6. 解答…2

解説…長母趾伸筋は内返しに関与。距腿関節では足関節底屈位で内外転が可能。足部の内反・外

反の運動は距骨下関節で起こり、その運動軸は踵骨の外側から足根管の内側部を通り、舟状骨の中心に達する。足部の回内・回外の運動は横足根関節と足根中足関節で起こり、その運動軸はほぼ矢状面にあり、踵骨から舟状骨を通り、第2中足骨長軸に達する。踵腓靭帯は距骨下関節における内がえしを制限。

第4章 体幹の運動学

1 体幹の解剖学・運動学

基礎問題 (本文170ページ)

- ① 7 ② 12 ③ 5 ④ 椎骨 ⑤ S ⑥ 腰椎
⑦ 前弯 ⑧ 胸骨 ⑨ 肺 ⑩ 5 ⑪ 寛骨 ⑫ 骨盤
⑬ 後縦 ⑭ 椎孔 ⑮ 脊髓 ⑯ 1 ⑰ 椎間孔
⑱ 髓核 ⑲ 線維輪 ⑳ 水分

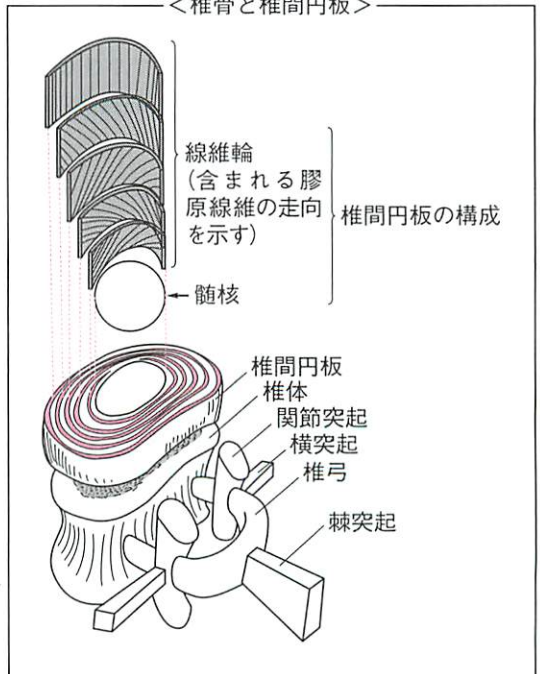
演習問題 (本文170ページ)

1. 解答…3

解説…3. 軟骨基質および軟骨細胞は少ない。

4. 5. 骸核は胎生期脊索の遺残であり、ゼリー状の膠様組織で、主成分の約80%は水分である。

<椎骨と椎間円板>



2. 解答…2,3

解説…後縦靭帯は椎体の後面を覆う(脊柱管の前壁

を覆うでも良い)。棘上靱帯は棘突起の先端間を連結。

3. 解答…3

解説…項靱帯とは頸椎部の棘上靱帯が特に発達した部位をいう。前縦靱帯は脊柱の伸展(または後屈)を制限する。

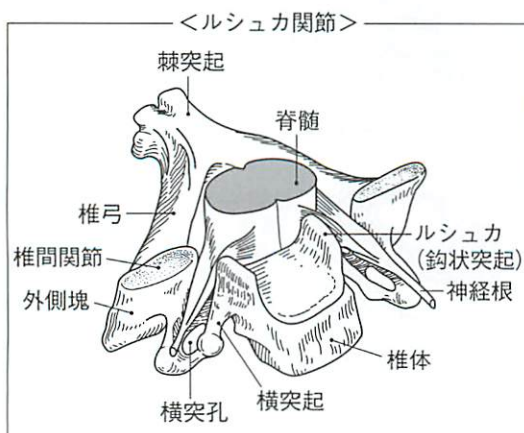
2 頸部の運動学

基礎問題 (本文175ページ)

頸椎の運動学

- ① ○
- ② × (歯突起を環椎前弓後面に押しつけているのは環椎横靱帯である。)
- ③ ○
- ④ × (頸椎部で最も回旋可動域の大きい関節は環軸関節である)
- ⑤ × (下位頸椎部では回旋時には同側への側屈が同時に生じる)
- ⑥ × (頸部では棘間靱帯のことを項靱帯といい屈曲方向の制限因子である)
- ⑦ × (横突孔内を椎骨動脈が上行していく)
- ⑧ × (頸長筋は椎前筋群に属し頸椎の屈曲に作用する)
- ⑨ ○
- ⑩ ○

解説 ③ 第二頸椎以下の頸椎の後外側面にルシュカ(鉤状)突起があり、上下で小さな関節(ルシュカ関節)を形成し、側屈運動の制限因子となっている。



演習問題 (本文176ページ)

1. 解答…5

5. 頸部脊柱管は頸部伸展により狭小化する。

解説…1. 第7頸椎棘突起は隆椎とも呼ばれ、体表

から容易に触知できる。

2. 第1頸椎から第7頸椎の両側横突起には横突孔があり、第6頸椎横突孔から椎骨動脈が入り、上行する。同じく椎骨静脈が横突孔を下行するが第7頸椎横突孔まで通る。

4. 生理的彎曲：頸椎前彎、胸椎後彎、腰椎前彎

2. 解答…1

解説…1. 横突孔は第1~7頸椎まで存在する。

2. 椎孔は楕円形である。

3. 第1頸椎には棘突起がなく、後結節となっており、2分岐にはなっていない。

4. 棘突起は後下方に向かって出ている。

5. 椎間関節面は水平面に対して45°傾斜している。

3. 解答…1

解説…頸椎の回旋運動に最も関与するのは環軸関節(C1-C2関節)である。

4. 解答…1

解説…同側への回旋に関与する筋は板状筋群、後頭下筋群、脊柱起立筋群である。胸鎖乳突筋や短背筋群は反対側への回旋に関与する。斜角筋、肩甲挙筋は同側の屈曲に関与し、僧帽筋は肩甲骨の動きに関与する。

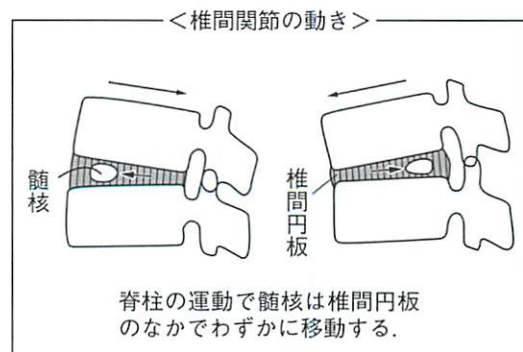
5. 解答…4

解説…4. 脊柱のあらゆる動きに対して椎間板内圧が高くなり、線維輪が伸長されて圧力の少ない方向へ髄核は動く。

1.2. 環椎後頭関節では主に屈伸運動、環軸関節では主に回旋運動が起こる。

3. 黄色靱帯は脊柱管内に存在し、椎弓の前面を被って椎弓同士を連結している。

5. 脊柱の生理的彎曲は人間が立位をとることによる抗重力姿勢によってつくられるものである。



6. 解答…1, 2

解説…1, 2. 前縦靱帯は椎間円板との結合が緩く、後縦靱帯が椎間円板と強固に結合している。

3. 黄色靱帯は多量の弾性線維と脂肪を含んでいるので黄色靱帯という。

4. 棘上靱帯はすべての棘突起の先端表面を連結しており、頸椎の棘上靱帯を特別に項靱帯と呼ぶ。

5. 棘間靱帯は上下椎骨の棘突起間に張る薄い靱帯である。

7. 解答…3

解説…胸鎖乳突筋は同側の側屈と反対側への回旋を起こす。

3 胸部の運動学

基礎問題 (本文181ページ)

1. 胸郭の運動学

① ○ ② ○ ③ ○ ④ ○ ⑤ ×

解説 1. ⑤ 横隔膜が収縮すると吸息が生ずる。

2. 呼吸筋とその作用

① c, d, g

② a, b, c, d, f, g

③ e, h, i

解説

・安静吸気——外肋間筋、内肋間筋前部線維、横隔膜

・強制吸気——前斜角筋、胸鎖乳突筋、外肋間筋、内肋間筋前部線維、肋骨挙筋、横隔膜

・強制呼気——内肋間筋後部線維、腹直筋、腹横筋

〈呼吸運動に働く筋〉

筋名	安静吸気	強制吸気	強制呼気
横隔膜	○	○	
外肋間筋	○	○	
内肋間筋前部	○	○	
肋骨挙筋		△	
上後鋸筋		△	
胸鎖乳突筋		△	
斜角筋群		△	
大・小胸筋		△	
僧帽筋		△	
肩甲挙筋		△	
脊柱起立筋群		△	
内肋間筋横・後部			○

腹筋群		○
腹横筋		△
胸横筋		△
肋下筋		△

演習問題 (本文182ページ)

1. 解答…1

解説…腹横筋をはじめとし、腹筋群は努力性呼気(強制呼気ともいう)に働く。

2. 解答…4

解説…外腹斜筋をはじめとし、腹筋群は努力性呼気(強制呼気ともいう)に働く。安静呼気は吸気によって拡張した胸郭や肺の反動で生じるとされる。

3. 解答…4, 5

解説…腹横筋や腹直筋など、腹筋群は努力性呼気(強制呼気ともいう)に働く。

4. 解答…2

解説…外肋間筋は横隔膜とともに安静ならびに強制吸気に働く。

5. 解答…4

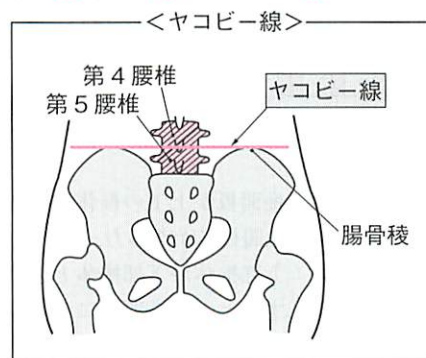
解説…肋下筋と胸横筋は強制呼気に関与。大胸筋と肋骨挙筋は強制吸気に関与。

4 腰部・骨盤の運動学

基礎問題 (本文189ページ)

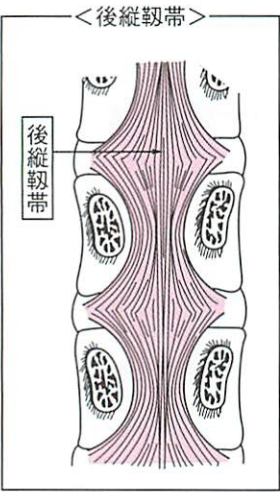
1. 骨盤

① 寛骨 ② 仙骨 ③ ヤコビー ④ 仙結節

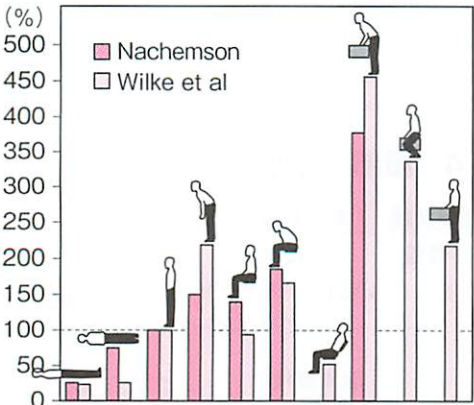


2. 腰椎の椎間板

① 左 ② 後縦

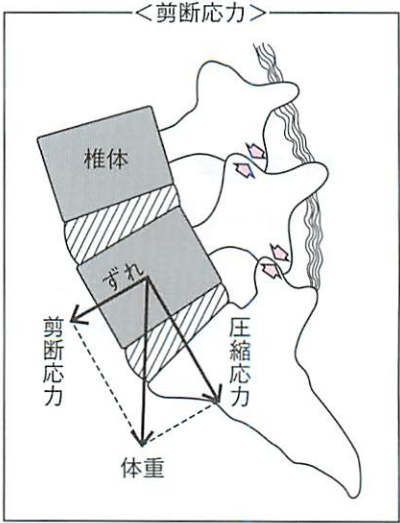
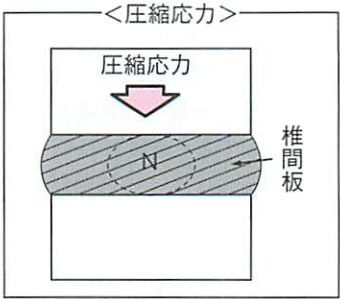


③ 低い ④ 高い
⑤ 圧縮 ⑥ 剪断 ⑦ 増加



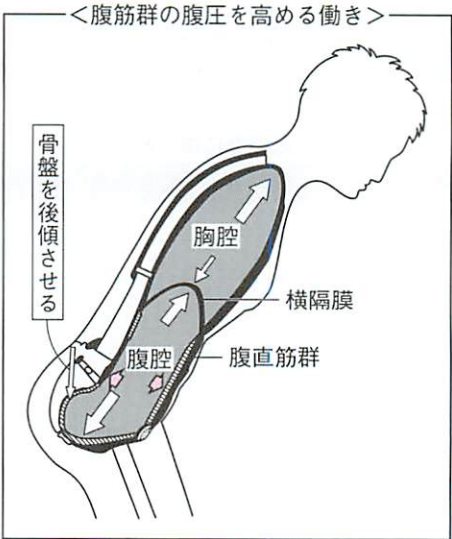
(筋骨格系のキネシオロジー原著第2版. p367)

解説 圧縮応力：椎間板が上下の椎体により圧縮されたとき椎間板にかかる力。
剪断応力：上部椎体が下部椎体上を前方へずべろうとするときに椎間板にかかる前方方向へズレの力。



3. 腹圧の意義

① 50 ② 30 ③ 55



4. 体幹の運動に作用する筋

- ① ○ ② ○ ③ ○ ④ △ ⑤ ×
⑥ × ⑦ × ⑧ ○ ⑨ △

演習問題 (本文190ページ)

1. 解答…3,4

解説…3. 内腹斜筋は同側への側屈と同側への回旋に作用する。

4. 脊柱起立筋のうち棘筋が収縮すれば同側への回旋作用がある。

2. 解答…2

解説…外腹斜筋は同側への体幹側屈ないしは反対側への体幹回旋作用。腹横筋は腹圧を上げる作用。腹直筋は体幹屈曲作用。腰方形筋は同側への体幹側屈作用。

3. 解答…2,3

解説…腰方形筋は胸郭の引き下げ、骨盤の引き上

げ、体幹の側屈の作用があり、体幹の回旋作用はない。

(腰方形筋の作用)

腰方形筋の起始：腸腰靱帯と腸骨稜

腰方形筋の付着：最下肋骨下縁の内側およびL1～4、椎横突起の先端

→これが収縮すると骨盤の挙上、胸部の引き下げ、腰部側屈が出現する。

4. 解答…3

解説…Aの第2相で強く筋電図が出現し、Bの第2相で両上肢を膝において体幹を支えているときに筋電図があまり出現してこない。これは腰部背筋が体幹前屈位保持のため活動しているからである。

〈腰部の動きの分析〉

	屈 曲	伸 展	側 屈	同側回旋	反対側回旋
腹 直 筋	○		△		
外 腹 斜 筋	○		○		○
内 腹 斜 筋	○		○	○	
腰 方 形 筋			○		
脊柱起立筋		○	○	○	
横突棘筋群		○	△		○

※脊柱起立群：腸筋筋、最長筋、棘筋

横突棘筋群：半棘筋、多裂筋、回旋筋

第5章 頭部・顔面の運動学

基礎問題 (本文199ページ)

1. ① 顔 ② 脳 ③ 脳 ④ 脳 ⑤ 顔 ⑥ 顔
⑦ 顔 ⑧ 顔 ⑨ 顔 ⑩ 顔

解説 蝶形骨は前頭骨の下方で側頭骨の前方に位置する脳頭蓋骨である。篩骨は前頭蓋窩正中部に位置する脳頭蓋骨である。

2. ① ラムダ ② 下顎窩 ③ 前方 ④ 咬筋
⑤ 側頭筋 ⑥ 下顎神経 ⑦ 内側翼突筋 ⑧ 右
⑨ 左 ⑩ 顔面神経 ⑪ オトガイ筋 ⑫ 眼輪筋
⑬ 口輪筋 ⑭ 動眼神経 ⑮ 内側 ⑯ 外側直筋

解説 ⑮滑車神経に支配される上斜筋の作用は眼球の下転と外転であるため、滑車神経麻痺では眼球は上転と内転、すなわち上方内側を向く。

⑯外転神経に支配される外側直筋の作用は眼球の外転であるため、外転神経麻痺では眼

球は内転、すなわち内側を向く。

演習問題 (本文200ページ)

1. 解答…4

解説…頬筋は表情筋群の1つであり、頬壁を歯列に押しつける作用をもつ。

2. 解答…1,5

解説…1. 顔面筋は顔面神経支配である。三叉神経第3枝の下顎神経は咀嚼筋を支配している。

2. 顔面筋は皮膚に直接付着している皮筋である。

3. 顔面筋は表情をつくるための動きをする筋なので表情筋と呼ばれている。

4. 笑筋は「えくぼ」をつくる筋である。

5. 外側翼突筋は咀嚼筋である。

3. 解答…3

解説…3. 頬筋は頬を歯列に押しつける働きをもつ筋である。「微笑み」をつくるのは大頬骨

筋である。

4. 解答…1, 2

解説…1. 側頭筋, 2. 咬筋は咀嚼筋である。

3. 前頭筋, 4. 笑筋, 5. 口角下制筋は表情筋である。

表情筋…顔面神経支配

- ・前頭筋(額のしわ)
- ・皺眉筋(眉間のしわ)
- ・口輪筋(口笛を吹く)
- ・上唇挙筋(泣くときの上唇)
- ・大頬骨筋(笑う)
- ・口角下制筋(不満顔)
- ・小頬骨筋(泣く)
- ・眼輪筋(ウインク)
- ・口角挙筋(ウインク)

咀嚼筋…下顎神経支配(三叉神経第3枝)

- ・咬筋(顎関節挙上)
- ・側頭筋(顎関節挙上, 後退)
- ・外側翼突筋(顎関節前進, 左右運動)
- ・内側翼突筋(顎関節挙上, 前進, 左右運動)

第6章 姿勢

1 姿勢と重心との関係

基礎問題 (本文205ページ)

① 重心

② 低い ③ 広く

④ 高い

⑤ 100

⑥ 仙骨

⑦ 56

⑧ 後方

⑨ 前方

⑩ 前方

解説 ④については小児の方が体幹より頭部が重いことによる。

⑤については床から重心までの距離を x とした場合, 左回りのモーメントは 150×40 , 右回りのモーメントは $60 \times x$ となり, $150 \times 40 = x \times 60$ より $x = 100$ となる。

⑥と⑦については運動軸と重心線の位置関係で股関節ならびに膝関節に伸展モーメントが生じ, ⑧については足関節に背屈(または下腿の前傾)モーメントが生じる。

演習問題 (本文205ページ)

1. 解答…5

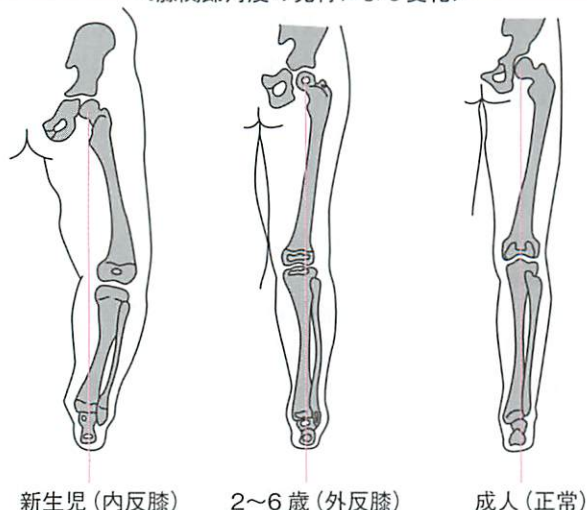
解説…1~4は重心線上にあるとされている。足関節では重心線は足関節の外果の前方を通る。
外果—重心線間は約5~6cm(サイドメモ参照)。

2. 解答…3

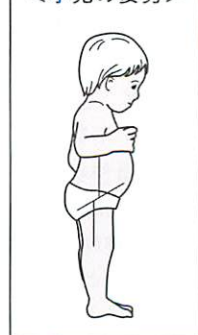
3. 生後1年は内反膝であるが, 歩行開始から歩行の安定期(2~6才)まで外反膝である。

解説…1. 成人の重心は第2仙椎レベルである。

<膝関節角度の発育による変化>

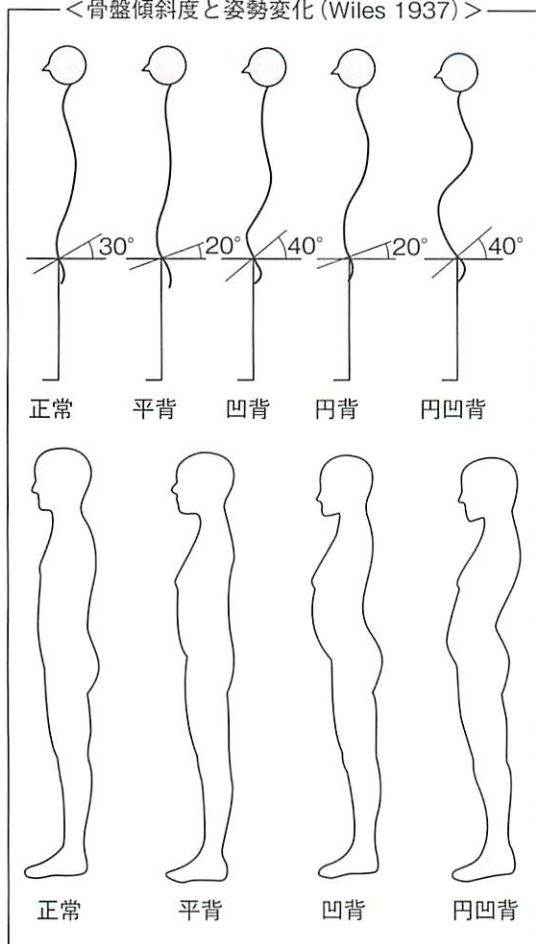


<小児の姿勢>



2. 足部からみて男性の重心は56%, 女性55%の位置にあり, 男性がやや高い。
4. 小児では成人と比較して重心の位置が高く, 脊柱の生理的弯曲が不十分であり, 脊柱起立筋群が著明に活動して安定性を保とうとする結果, 腰椎前弯が増強する。
5. 正常成人の場合, 腰椎前弯に伴い骨盤は約30°前傾している。

＜骨盤傾斜度と姿勢変化 (Wiles 1937)＞



2 立位姿勢と姿勢保持

基礎問題 (本文209ページ)

- ① 高さ ② 広さ ③ 重心線 ④ 摩擦
- ⑤ 低い
- ⑥ 支持基底面
- ⑦ 右
- ⑧ 大きい
- ⑨ 非対称性
- ⑩ ヒラメ筋

⑪ 体性感覚

解説 ⑩についてはできるだけ脱力した状態での立位であってもヒラメ筋の活動性は高い。
⑪姿勢制御は視覚系, 前庭系, 体性感覚系からの入力情報をもとに制御がされる。ここでいう体性感覚とは頭部の制御に関わる頸部筋や下腿部の筋からの筋感覚を主にしている。

演習問題 (本文210ページ)

1. 解答…1,5

解説…立位保持に絶対的に必要な筋は頭半棘筋, 脊柱起立筋, 大腿二頭筋, ヒラメ筋である。膝関節を完全伸展位にすれば靭帯性の緊張で膝伸展位は保持されたため四頭筋の活動は不要。

2. 解答…4

解説…1. 重心線は足関節の前(外顆から5～6cm前方)である。

2. 直立位では脊柱起立位の活動の方が大きい。

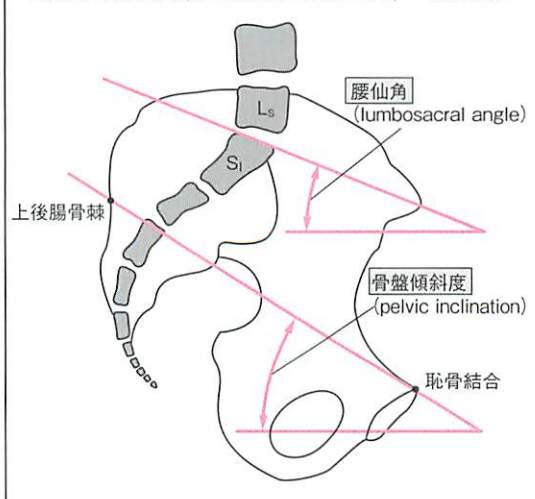
3. 力学的に安定するとエネルギーの消費は少なくなる。

4. 休めの姿勢では休足側の体幹筋と下肢筋は活動せず, 支持足側の腓腹筋, 前脛骨筋の活動が高くなる。

5. 支持基底面が拡大すると安定性は増す。

3. 解答…1,5

＜骨盤の傾斜角度の測定 (Russe 1976, 一部改変)＞



解説…1. 骨盤の前傾は矢状面での後上腸骨棘と恥骨結合を結んだ線と水平面となる角(骨盤傾斜角), または仙骨上面の傾き(腰仙角)で計測する。

5. 骨盤の前傾は股関節の屈曲拘縮により増強する。

4. 解答…2

解説…2. 立位で重心が前方に移動すると、下腿三頭筋の活動が増大する。重心が後方に移動した場合に前脛骨筋の活動が増大する。

3. 正常の場合、片脚立ちになった場合、遊脚側の骨盤が下方へ落ちることを防ぐため、立脚側の中殿筋を中心に抗重力筋活動は活性化するが、遊脚側の体幹筋(脊柱起立筋)も筋活動を増大させ、脊柱の安定性を高める。

5. 解答…4

解説…4 中殿筋筋力低下によるトレンデレンブルグ徴候である。左片足立ちでは骨盤が股関節を中心に後方から見て時計回りに回転しようとする。このモーメントを中殿筋の筋力で相殺できない場合、トレンデレンブルグ徴候が起こり、体幹は代償的に左に側屈する。

第7章 歩行と走行

1 歩行周期

基礎問題 (本文215ページ)

- ① 重複歩 ② 重複歩長または重複歩距離
③ 長
④ 60%
⑤ 10% ⑥ 40%
⑦ 両脚支持期 ⑧ 10%
⑨ 分
⑩ 歩数 ⑪ 分
⑫ 足底接地
⑬ 立脚中期

解説 ⑧. 自然歩行での1歩行周期では、立脚期：遊脚期=60%：40%、両脚支持期(または同時定着時期)は10%ずつの2回である。

⑨の歩行率は、英語でカデンスまたはケイデンスといい、通常は1分当たりの歩数をもっていう場合が多い。

歩容の分析に関しては新しい定義での理解を意識してほしい。

演習問題 (本文216ページ)

1. 解答…4

解説…歩行が完成していない年少の小児は重複歩距

離は短く、歩行速度も遅いので歩行率が高くなる。

2. 解答…2

解説…歩行周期のうち、立脚相は約60%、遊脚相は約40%である(立脚相：遊脚相=3：2)

3. 解答…2,3

2. 歩行速度上昇を上げるために短時間当たりの歩数を増やす=歩行率の増加。
3. 歩行速度上昇を上げるために大股で歩く=重複歩距離を増加。

解説…1. 歩隔の拡大=股を横に広げて歩くと歩行速度は低下する。

4. 両脚支持期の延長とはゆっくり歩くことそのものを意味している。
5. 重心の左右移動が大きくなると進行方向への移動の妨げになる分、歩行速度は低下する。

4. 解答…1

解説…1. 歩隔の拡大=高齢者はワイドベースにして基底面を広げることで安定性を増加させる。

2. 高齢者は小股で歩くので歩幅が小さくなる。
3. 高齢者は小股で歩くので骨盤の回旋も小さい。
4. 高齢者は歩行速度が遅い分立脚相の時間が長くなるので遊脚相/立脚相比は小さくなる。
5. 高齢者は脚の挙上が少なく足を擦るように歩くので頭部の上下動は少なくなる。

2 運動学的歩行分析

基礎問題 (本文220ページ)

- ① 2
② 正
③ 5 ④ 立脚中期 ⑤ 踵接地
⑥ 4 ⑦ 立脚中期
⑧ 回旋
⑨ 下方 ⑩ 立脚中期
⑪ 踵接地 ⑫ 上下

解説 自然歩行での重心の上下移動ないしは左右移動のポイントとなるところは立脚中期である。

⑨・⑩の設問はトレンデレンブルグ現象と関連づけると良い。

演習問題 (本文221ページ)

1. 解答…1,5

解説…1. 重心点の高さ=立脚中期に最大、踵接地の直後に最低.

2. 歩行速度=重複歩距離に比例.
3. 両脚支持期=1歩行周期に2回.
4. 歩行率=男性が女性よりも低い.
5. エネルギー効率=快適歩行速度で最もよい.

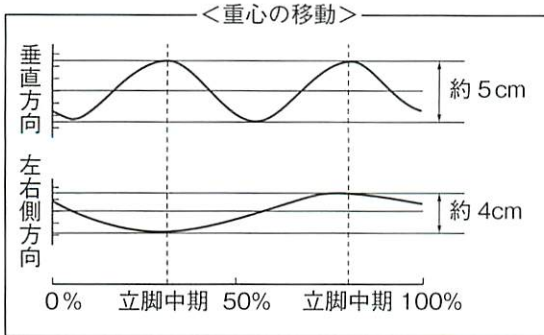
2. 解答…5

3. 解答…5

5. 重心が最も低い=踵接地期直後

解説…1. 歩行速度が増加=重心軌道の高低差は大きい(速度増加により歩幅が大きくなって両足支持期の重心が低くなるため)

2. 1歩行周期=重心軌道は2峰性を示す



3. 重心の移動速度=立脚中期で最も遅い
4. 重心が最も高い=立脚中期

4. 解答…3

3. 膝関節の回旋=大腿骨と脛骨との間の相対的回旋は約9°であるが、重心の移動には非関与.

解説…1. 骨盤傾斜=歩行時の骨盤の傾斜は重心の上下移動幅の減少に関与.

2. 二重膝作用=1歩行周期中の膝の「伸展-屈曲-伸展-屈曲」運動のことで、重心の上下移動幅の減少に関与.
4. 骨盤の回旋運動=歩行時の骨盤の回旋は重心の上下移動幅の減少に関与
5. 骨盤の側方移動=歩行時の骨盤の側方移動は重心の側方移動幅の減少に関与

3 運動力学的歩行分析**演習問題 (本文226ページ)**

1. 解答…4

解説…Aの地点は立脚期から遊脚期への移行期を指している. この時期に足関節が底屈位から急激的に背屈位へ転換するので収縮力が増加するのは、4.の前脛骨筋である.

1. 大殿筋=遊脚後期から足底接地にかけて収縮力が増加する.
2. 中殿筋=遊脚後期から足底接地にかけて収縮力が増加する.
3. 大腿二頭筋=遊脚後期から踵接地にかけて収縮力が増加する.
4. 前脛骨筋=遊脚初期から収縮力が増加する.
5. 腓腹筋=踵接地から立脚後期にかけて収縮力が増加する.

2. 解答…3

3. 左右分力=立脚中期には内向き

解説…1. 垂直分力=2峰性の波形

2. 垂直分力の最大値=体重を超える
4. 前後分力=足底接地時には後ろ向き
5. 前後分力=爪先離地時には前向き

4 歩行時の筋活動**基礎問題 (本文229ページ)**

- ① 求心性
- ② 脊柱起立筋
- ③ 背屈
- ④ 終 ⑤ ヒラメ筋
- ⑥ 膝折れ
- ⑦ 減
- ⑧ 中期 ⑨ 伸展
- ⑩ トレンデレンブルグ

解説 ① 筋の収縮様態には求心性収縮、遠心性収縮、等尺性収縮がある.

- ⑥・⑦ 人が転倒する場合は初期接地から立脚中期にかけての姿勢制御がうまくできなかったことに起因していることが多いので、この時期に活動する筋について理解をしておく必要がある.

演習問題 (本文229ページ)

1. 解答…3

解説…3の腓腹筋は立脚終期の足の蹴り出しのために活動しており、遊脚期での活動は認められない.

2. 解答…3,4

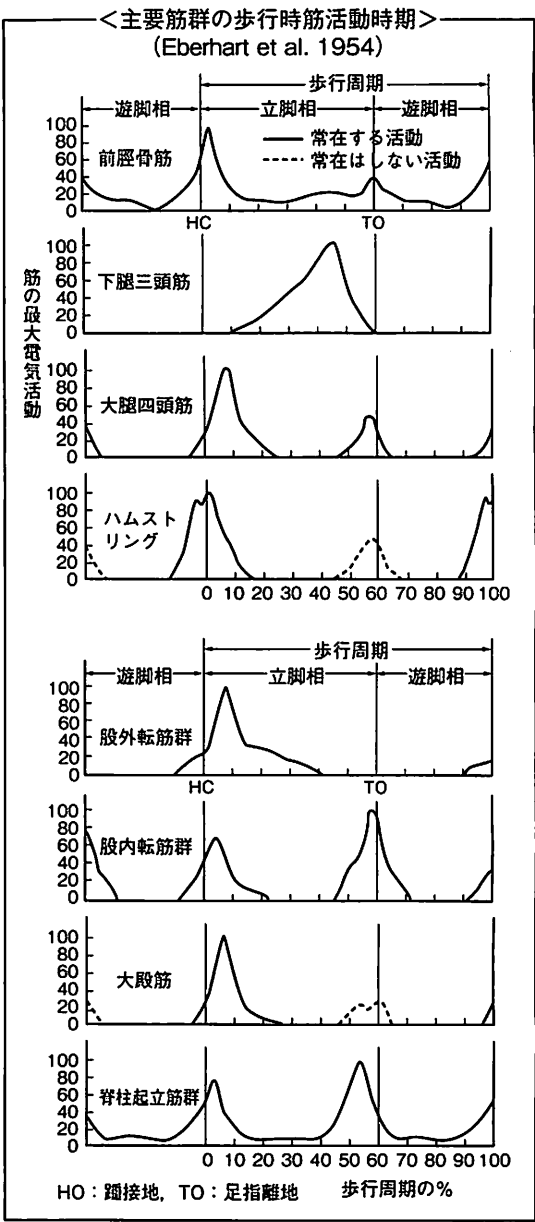
解説…1. 立脚初期の中殿筋はわずかな遠心性収縮

か等尺性収縮を示す。

- 2. 踵接地期の前脛骨筋は等尺性収縮を示す。
- 3. 踵離地期の下腿三頭筋は足部の蹴り出しのため求心性収縮を示す。
- 4. つま先離地期の腸腰筋は股関節屈曲による下肢の振り出しのため求心性収縮を示す。
- 5. 踵接地期直前のハムストリングスは股関節屈曲の減速のため遠心性収縮を示す。

3. 解答…5

- 解説…1. 下腿三頭筋は立脚期後半に筋活動(+)。
2. 大腿四頭筋は荷重反応期に筋活動(+)。
3. ハムストリングスは遊脚後期から立脚前期にかけて筋活動(+)。
4. 中殿筋は立脚前半に筋活動(+)。
5. 脊柱起立筋は全歩行周期で筋活動(+)。特に荷重反応期および立脚相と遊脚相の移行期に骨盤固定の目的で活動増加。



5 小児の歩行

基礎問題 (本文231ページ)

- ① ○ ② × ③ × ④ × ⑤ ○ ⑥ ○
⑦ × ⑧ ×

解説

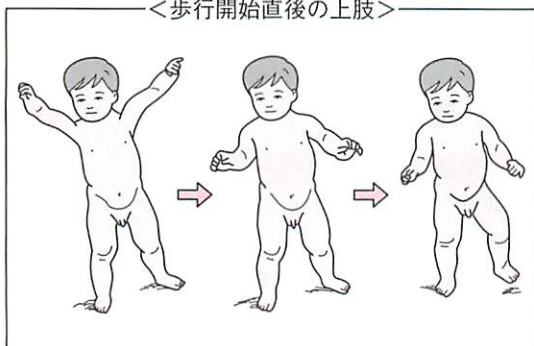
①・②歩行の発達段階には個人差があるが、歩行動作の遂行が可能となる順番に個人差はなく、おおむね一定である。

③運動発達完成過程は①中枢→末梢、②頭部→尾部、③粗大→微細へと進む。中枢体節である体幹運動の制御の完成後、下肢の運動制御が完成する。

④小児歩行での立脚接地は足底全面同時接地である。

⑤

＜歩行開始直後の上肢＞



⑥2歳児で踵接地がおこり、股外転が減少、両足底間距離が減少し、支持基底面も狭くなってくる。立脚中期以降の膝屈曲も出現しない。

⑦・⑧小児歩行の場合、支持基底面が横に広いため、前額面に対しては比較的安定性は保たれるが矢状面については不安定で、前後に転倒しやすい。

演習問題 (本文231ページ)

解答…1

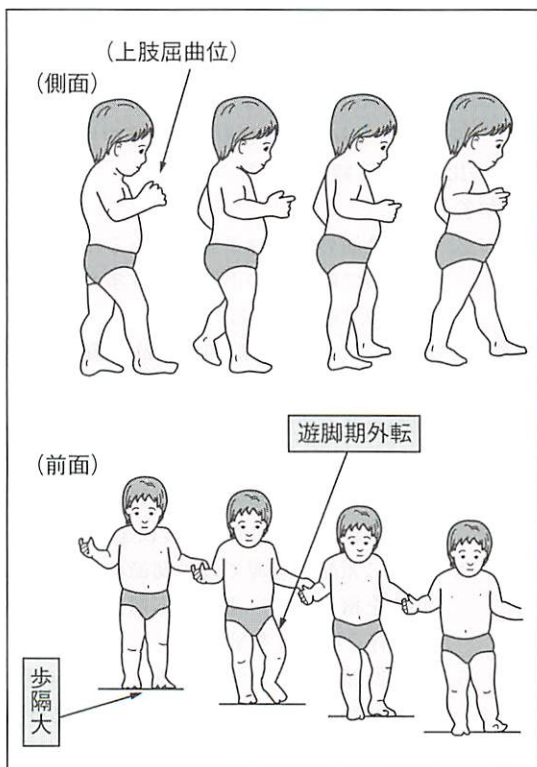
解説…1. 小児歩行において前額面と比べて矢状面は不安定である。

2. 小児歩行において歩行開始時は上肢挙上位をとる。歩行が安定するにしたがって上肢は徐所に下がってくるが肩は外転位、肘は屈曲位をとりやすく、腕の振りも少ない。

3. 足底は全面接地。

4. 遊脚期は股外転位。

5. ワイドベースで安定性を保とうとする(歩隔は大)。



6 異常歩行

基礎問題 (本文237ページ)

- ① 酩酊歩行——d. 小脳性失調症
② アヒル歩行——h. 痙性対麻痺, j. 筋ジストロフィー, c. (両側性)中殿筋筋力低下
③ 小刻み歩行——a. パーキンソン症候群
④ はさみ足歩行——h. 痙性対麻痺
⑤ 分廻し歩行——b. 膝伸展強直, i. 痙性片麻痺
⑥ のびあがり歩行——b. 膝伸展強直, k. 足関節尖足変形
⑦ トレンデレンブルグ歩行——c. (一側性)中殿筋筋力低下
⑧ 反張膝歩行——e. 大腿四頭筋筋力低下, k. 足関節尖足変形, i. 痙性片麻痺
⑨ 鶏状歩行——f. シャルコー・マリー・トゥース病, k. 足関節尖足変形
⑩ 間欠性跛行——g. 腰部脊柱管狭窄症

演習問題 (本文238ページ)

1. 解答…4

解説…4. 総腓骨神経麻痺では足関節の背屈筋群の麻痺のため下垂足となり、その代償運動として麻痺側の下肢をより多めに屈曲するので鶏歩となる。代償しなければ引きずり歩行となる。ちなみに分回し歩行は脳卒中片麻痺に比較的多く観察される。

2. 解答…3

3. 前脛骨筋の麻痺は下垂足になるため、その代償で麻痺側の下肢をより多めに屈曲するので鶏歩となる。

解説…1. および2. では足関節底屈筋の麻痺となり踵足変形を呈する。歩容としては障害側の下肢が立脚終期に底屈ができないために機能的に下肢が短縮した状態となり、足趾をクリアするために対側遊脚下肢の股関節および膝関節が過度に屈曲する。

4. 大腿二頭筋の麻痺では股関節の伸展力の低下を招くので、荷重反応期に骨盤の沈下に伴う腰折れを呈する。

5. 大腿四頭筋の麻痺では荷重反応期での膝折れを防ぐために体幹を前傾させるが、この継続は膝の後部関節包を過度に伸張し、結果として膝の過伸展である反張膝を呈するようになる。

3. 解答…1

解説…片麻痺患者の反張膝の原因として考えられるものは以下の通りである。

・痙性片麻痺の場合

①大腿四頭筋緊張亢進による膝伸展ロック肢位をとる。

②ハムストリングスの筋力低下により相対的に大腿四頭筋の筋緊張の方が高くなり、膝をロッキングする。

③内反尖足拘縮による足関節変形

④下腿三頭筋の痙性による足部内反底屈位。

・弛緩性片麻痺の場合

大腿四頭筋筋力低下による立脚中期の膝ロックによる膝折れ防止のために反張膝となる。
*片麻痺患者の場合、一般的に大腿四頭筋、腸腰筋の筋緊張が亢進し、股関節は屈曲拘縮を起こす。相対的に大殿筋は筋力低下のため、股関節伸展拘縮を起こすことはない。

4. 解答…2

解説…脳卒中片麻痺の痙性歩行は下肢ステージⅢで出現する、これは、共同運動パターンに支配される。共同運動パターンには、伸筋共同運動と屈筋共同運動がある。

患肢立脚期は伸筋共同運動に支配されるため、股内転・外旋、膝伸展、足内反尖足になり、立脚期は短縮する。

・患肢遊脚期は屈筋共同運動に支配される傾向があるため、股関節は屈曲・外転・外旋位をとることが多い。

(脳卒中片麻痺歩行の特徴)

・マン・ウェルニッケの肢位：肩屈曲・内転・内旋位、肘屈曲位、手掌屈位、股軽度屈曲位、膝軽度屈曲位、足底屈内反位である。

・分廻し歩行：患側下肢が痙縮傾向のために遊脚期に下肢全体を外側にふりまわしながら歩行すること。

7 走行

基礎問題 (本文241ページ)

- ① 駆動 ② 飛翔 ③ 非支持 ④ 減少
⑤ 増加
⑥ 重複歩長(ストライド) ⑦ 頻度(ピッチ) ⑧ 速い
⑨ 重心 ⑩ 大き ⑪ 2 ⑫ 2.5~3
⑬ 5~7 ⑭ 前 ⑮ 垂直
⑯ 重心 ⑰ バランス ⑱ 90
⑲ 回内 ⑳ 後

演習問題 (本文241ページ)

解答…3

解説…3. ゆっくりした走行では足底全体で接地する。

速い走行：足底球外縁(小指球)から接地し、踵が接地することなくそのまま蹴り出す。

最も遅い走行：踵から接地するが蹴り出しが歩行より強い。

4. 走行の場合、重心の直下で足底を接地する。また、体幹を前傾させて重心を前方に移動することで加速要素を大きくするため、床反力は大きくなる。

第8章 運動学習

1 学習と記憶

基礎問題 (本文248ページ)

- a. ① 適応
- b. ② 反復練習 ③ 実践 ④ 転移
- c. ⑤ 行動
- d. ⑥ 運動技能
- e. ⑦ 終了
- f. ⑧ 学習
- g. ⑨ 保持 ⑩ 想起 ⑪ 忘却
- h. ⑫ 感覚記憶 ⑬ 短期記憶
- i. ⑭ 7 ± 2 ⑮ リハーサル
- j. ⑯ 復唱 ⑰ 意味づけ
- k. ⑱ 結果の知識

2 運動技能と学習曲線

基礎問題 (本文253ページ)

- a. ① エネルギー
- b. ② 正確さ
- c. ③ 結果の知識 ④ 動機づけ
- d. ⑤ 誤り
- e. ⑥ 正
- f. ⑦ 高 ⑧ 多
- g. ⑨ 中
- h. ⑩ 結果の知識

演習問題 (本文254ページ)

1. 解答…5

解説…5. 運動技能に柔軟性は含まれない。運動技能の4要素は① フォーム、② 正確さ、③ 速

さ(スピード)、④ 適応性である。

2. 解答…1

解説…持久力を向上させるためには、運動を行う筋の最大筋力の40%以下の力で疲労するまで繰り返し、筋収縮を行わせるとよい。運動技能獲得効果によるものではない。

3. 解答…4

解説…4. 覚醒レベルの逆U字曲線より、容易な課題では、覚醒レベルは中等度レベルの方が良好なパフォーマンスが得られる。

5. 過剰な学習とは、一定の学習完成基準に達した後も訓練を反復させることをいい、過剰訓練ともいう。パフォーマンスを後々まで維持しようとするならば過剰な学習が必要である。

4. 解答…3

3…bは施行後に結果の知識(KR)を与えるまでの時間のことで、これを延長すると運動イメージを忘れやすくなる。

解説1…aは課題を理解する時間のことで、これを短縮すると課題を理解しにくくなる。

2…bは施行後に結果の知識(KR)を与えるまでの時間のことで、これを短縮すると自己の運動感覚を振り返る時間が不足する。

4…cはフィードバック後から2回目の試行までの時間のことで、これを短縮すると誤差修正時間が短くなり誤差修正が困難になる。

5…cはフィードバック後から2回目の試行までの時間のことで、これを延長すると運動プログラムを忘れやすくなる。



PT・OT基礎から学ぶ運動学ノート 第2版・解答集

ISBN978-4-263-21738-2

2002年7月20日 第1版第1刷発行

2016年1月10日 第1版第15刷発行

2016年12月20日 第2版第1刷発行

編者 中島雅美

中島喜代彦

発行者 白石泰夫

発行所 医歯薬出版株式会社

〒113-8612 東京都文京区本駒込1-7-10

TEL. (03) 5395-7628 (編集)・7616 (販売)

FAX. (03) 5395-7609 (編集)・8563 (販売)

<http://www.ishiyaku.co.jp/>

郵便振替番号 00190-5-13816

乱丁、落丁の際はお取り替えいたします。

印刷・真興社／製本・菅川製本所

© Ishiyaku Publishers, Inc., 2002, 2016. Printed in Japan

本書の複製権・翻訳権・翻案権・上映権・譲渡権・貸与権・公衆送信権(送信可能化権を含む)・口述権は、医歯薬出版(株)が保有します。

本書を無断で複製する行為(コピー、スキャン、デジタルデータ化など)は、「私的使用のための複製」などの著作権法上の限られた例外を除き禁じられています。また私的使用に該当する場合であっても、諸負業者等の第三者に依頼し上記の行為を行うことは違法となります。

JCOPY < (社)出版者著作権管理機構 委託出版物 >

本書をコピーやスキャン等により複製される場合は、そのつと事前に(社)出版者著作権管理機構(電話03-3513-6969, FAX 03-3513-6979, e-mail: info@jcopy.or.jp)の許諾を得てください。

●学内試験から理学療法士・作業療法士の国試対策にまで役立つ定評ある参考書!

- ◆PT・OTの授業で扱う項目をドリル形式でまとめた知識の整理ノートシリーズ。
1. 図の穴埋め問題, 2. 基礎問題, 3. 演習問題(国試からの抜粋)と難易度別の3段階構成。
- ◆「画像の読み方」は国試必須の画像問題に対応。読影のポイントが一目でわかる。

PT・OT 基礎から学ぶ

最新刊

運動学ノート 第2版

■中島雅美・中島喜代彦〔編〕
■B5判 316頁 定価(本体4,000円+税)
ISBN978-4-263-21738-2

PT・OT 基礎から学ぶ

画像の読み方 第2版

国試画像問題攻略

■中島雅美・中島喜代彦
大村優慈〔編著〕
■B5判 224頁 定価(本体3,000円+税)
ISBN978-4-263-21721-4

PT・OT 基礎から学ぶ

解剖学ノート 第2版

■中島雅美〔編〕
■B5判 292頁 定価(本体3,800円+税)
ISBN978-4-263-21170-0

PT・OT 基礎から学ぶ

生理学ノート 第2版

■中島雅美〔編〕
■B5判 398頁 定価(本体4,000円+税)
ISBN978-4-263-21391-9

PT・OT 基礎から学ぶ

病理学ノート

■中島雅美・野口 敦〔編〕
神原 武〔編集協力〕
■B5判 210頁 定価(本体3,000円+税)
ISBN978-4-263-21930-0

PT・OT 基礎から学ぶ

内科学ノート

■中島雅美・松本貴子〔編〕
中嶋淳滋〔編集協力〕
■B5判 290頁 定価(本体3,800円+税)
ISBN978-4-263-21151-9

PT・OT 基礎から学ぶ

精神医学ノート

■中島雅美・松本貴子〔編〕
富田正徳〔編集協力〕
■B5判 204頁 定価(本体3,200円+税)
ISBN978-4-263-21293-6

PT・OT 基礎から学ぶ

神経内科学ノート

■中島雅美・奥村哲生〔編〕
中嶋淳滋〔編集協力〕
■B5判 284頁 定価(本体4,200円+税)
ISBN978-4-263-21323-0

●弊社の全出版物の情報はホームページでご覧いただけます。 <http://www.ishiyaku.co.jp/>



医歯薬出版株式会社 / ☎113-8612 東京都文京区本駒込1-7-10 / TEL. 03-5395-7610
FAX. 03-5395-7611