

15 *Lecture*

15レクチャー
シリーズ

理学療法・作業療法テキスト

臨床運動学

総編集 **石川 朗** 神戸大学大学院保健学研究科地域保健学領域健康科学分野
種村留美 神戸大学大学院保健学研究科リハビリテーション科学領域運動機能障害学分野
責任編集 **小林麻衣** 晴陵リハビリテーション学院理学療法学科
小島 悟 北海道医療大学リハビリテーション科学部理学療法学科

序 文

運動学では身体運動の仕組みを学びますが、臨床運動学では主に障害を有する対象者の姿勢や動作の仕組みを学びます。運動学で学んだ筋骨格系の構造や機能、関節運動、姿勢や動作の基礎知識を基に、疾患・障害を有する対象者の特徴的な姿勢・動作を分析するための専門的な科目です。

理学療法士、作業療法士は対象者の動作能力の回復を図るために運動療法や作業療法などを実施します。このとき、正常動作の仕組み、動作の難易度や動作のバリエーションの知識があれば、動作が行える条件を理解し、その条件が揃わないときの補助具の利用や代替手段や他の動作パターンの利用を提案したり、動作指導につなげたりすることができます。

一方で運動学や力学は苦手と感じている人もいるでしょう。姿勢・動作分析に必要な運動力学・生体力学の範囲はそれほど広くはありません。数式もいくつか出てきますが、正確な数式を立てられなくても、いくつかの姿勢や動作を比べて相対的にどちらのほうが楽か、どちらのほうが下肢の筋力を必要とするか、重りや運動の勢いを利用したらどうかなど、動作を実際に行って身をもって体験することで学べるでしょう。臨床場面で担当した対象者が安全かつ有利な動作を選択できるように、理学療法士・作業療法士としての基準を持てるよう、その解釈について学びましょう。

本書ではLecture 1から3までは基礎的な力学的内容で構成しています。国家試験を見据えて基本的な数式や実例を含めました。Lecture 4から6までは正常な姿勢・動作とその力学的メカニズムについて学びます。いくつかの姿勢や動作を実際に体験しながら理解を深めましょう。Lecture 7以降は高齢者や特有な姿勢・動作を呈する疾患・障害別の特徴をまとめました。

普段、姿勢・動作は無意識に遂行されており、その分析には意識を集中して観察する必要があります。分析の際には疾患特有の姿勢・動作と観察のポイントを本書で事前にチェックしてみてください。さらに歩行分析では、疾患別のチェックリストを巻末にまとめました。疾患特有の歩容の有無をチェックしてみましょう。

臨床における動作分析は理学療法士・作業療法士の評価の核とも言える部分でありながら、学生が理解するには難しく、また、指導者にとってもその教授が難しい内容です。このテキストが、理学療法士・作業療法士にとって疾患特有の姿勢・動作分析を学ぶうえでの基礎的な評価ツールのひとつとなることを願っています。

最後になりましたが、本書の執筆にあたり写真や動画の撮影にご協力くださいました皆様をはじめとして多くの方々のご支援に心から感謝します。多くのご尽力から臨床の雰囲気が伝わり、読者の理解を深められましたら幸いです。

2015年7月

責任編集を代表して 小林麻衣

15レクチャーシリーズ
理学療法・作業療法テキスト／臨床運動学
目次

執筆者一覧 ii
刊行のことば iii
序文 v



姿勢・動作を理解するための運動力学

小林麻衣 1

1. 理学療法および作業療法における動作分析の位置づけ	2
2. 動作分析の目的と必要な知識	2
1) 動作分析	2
2) 動作分析の目的	2
3) 必要な知識	2
3. ニュートン力学の基礎	3
1) 重力	3
2) 自由落下	4
3) 運動の法則	4
運動の第一法則／運動の第二法則／運動の第三法則	
4. 随意運動の発現および姿勢・動作制御のメカニズム	6
1) 随意運動の発現	6
2) 姿勢の制御	6
3) 動作の制御	7
錐体路と錐体外路／小脳	
Step up 1. 先行随伴性（予測性）姿勢調節の例	9
2. 立位から片脚立位へ	9
3. 立ち上がり動作	9
4. 歩き始め	10



運動力学の基礎（1）

——姿勢の生体力学

小林麻衣 11

1. 力学的基礎を学ぶ目的	12
2. 重心の位置	12
3. 重心と支持基底面	13

4. 力	14
1) 力の表し方	14
2) 力の合成	14
3) 力の分解	14
5. さまざまな力	15
1) 重力	15
2) 床反力と床反力作用点	15
床反力と重心の加速度の関係 / 床反力ベクトルと床反力作用点	
3) 摩擦力	18
4) 張力	18
張力の計算の例	
5) 外力	18
Step up 重心計算の例	19
1) 手に鉄の球を持ったときの合成重心の位置の求め方	19
2) 足を前に出した状態での立ち上がり動作と重心位置	19
3) 体験義足を装着したときの合成重心の位置の求め方	19



運動力学の基礎 (2)

——動作の生体力学

小林麻衣 21

1. 身体のでこ	22
2. 力のモーメント	23
3. 関節モーメント	23
4. 力積, 運動量とその保存	25
5. エネルギーとその保存	26
6. 回転とその力	26
7. 分節構造と重心, 重心線の変化	27
8. 筋の正作用と反作用	28
Step up 変位・速度・加速度と微分・積分の関係	29
1) 微分	29
2) 積分	30



姿勢と保持

小林麻衣 31

1. 姿勢の定義とその神経機構	32
2. 姿勢の分類と表記	32
1) 臥位	32
2) 座位	32
3) 膝立ち位	32
4) 立位	32
5) その他	32

3. 立位と重心位置	32
1) 重心と支持基底面の関係	32
2) 最適な立位	34
3) 異常姿勢の原因と特徴	34
運動器の障害によるもの／神経系の障害によるもの	
4. 座位	36
1) 重心と支持基底面の関係	36
2) 最適な座位	36
3) それぞれの座位と不良姿勢	36
長座位／端座位・背もたれなしの椅子座位／背もたれありの椅子座位／車椅子座位	
4) 異常姿勢の原因と特徴	37
運動器の障害によるもの／神経系の障害によるもの	
5. 臥位	39
1) 重心と支持基底面の関係	39
背臥位／腹臥位／側臥位	
2) 保持	39
3) 異常姿勢とその特徴	39
運動器の障害によるもの／神経系の障害によるもの	
6. 分析	40
Step up 重心動揺計とアライメントからみた立位の個人差の考察	41
1) 立位の個人差	41
2) 重心動揺の計測	41
3) 矢状面からの姿勢の観察	41
4) 結果	41
5) 考察	41
前型立位／後ろ型立位／まとめ	



正常動作（1）

——起き上がり動作，寝返り動作と床からの立ち上がり動作 小林麻衣 43

1. 動作分析の基礎を学ぶ目的	44
2. 起き上がり動作	44
1) 背臥位から上肢の支えを用いずにまっすぐ起き上がるパターン	44
2) 膝立て臥位から上肢の支えを用いずにまっすぐ起き上がるパターン	45
3) 膝立て臥位から手で持った杖の先に重りを負荷してまっすぐ起き上がるパターン	46
4) 膝立て臥位の腰部に枕などを入れてまっすぐ起き上がるパターン	46
5) 背臥位から後方に手をついて上肢で支えてまっすぐ起き上がるパターン	46
6) 背臥位から拳上した両上肢/両下肢を振り下ろしながら起き上がるパターン	46
7) 側臥位を経て下腿をベッド端から下ろし，上肢で支えながら起き上がるパターン	47
3. 寝返り動作	48
1) 上肢から寝返るパターン	48
2) 下肢から寝返るパターン	48
3) 膝立て臥位を経て寝返るパターン	48
4) 寝返る側と反対の下肢を片膝立て位にして床を蹴って寝返るパターン	49
5) 両上肢を横に振って寝返るパターン	49
6) 寝返る側の下肢の外側面で床を蹴って寝返るパターン	50
7) ベッド端をつかんで寝返るパターン	50

8) 側臥位から腹臥位へ寝返るパターン 50

4. 床からの立ち上がり動作 51

- 1) 腹臥位, 四つ這い位, 高這い位を経て立位となるパターン 51
- 2) 片肘立て位, 四つ這い位, 片膝立ち位を経て立位となるパターン 51
- 3) 長座位, しゃがみ位を経て立位となるパターン 51

Step up | **1. 片麻痺患者の起き上がり動作** 52

2. 片麻痺患者の床からの立ち上がり動作 52



正常動作 (2)

——椅子からの立ち上がり動作, 歩行

小林麻衣 53

1. 椅子からの立ち上がり動作 54

- 1) ゆっくりとした立ち上がり動作 54
- 2) 速い立ち上がり動作 55
- 3) 足部の位置を変えた立ち上がり動作 55
- 4) 座面の高さを低くした立ち上がり動作 56
- 5) 上肢の支持を使った立ち上がり動作 57
上肢で大腿部や座面を押しながら立ち上がるパターン / 手すりや平行棒につかまって立ち上がるパターン
- 6) 体幹を屈曲位にしたままの立ち上がり動作 57

2. 歩行 57

- 1) 歩行周期分類 57
- 2) 重心と床反力作用点の動き 58
- 3) 重心線と支持基底面の関係 59
- 4) 床反力 59
- 5) 下肢関節角度 59
- 6) 下肢関節モーメント 60
足関節モーメント / 膝関節モーメント / 股関節モーメント
- 7) 歩行速度が歩行のパラメータに及ぼす影響 62
- 8) 歩行時のロッカー機能 63
- 9) 各部位の運動の連鎖 63
- 10) 歩行評価のチェックポイント 64
歩行速度, 歩行率, 歩幅など / 異常歩行 / 歩行補助具・補装具による変化

Step up | **ロッカー機能不全とそのメカニズム** 65

- 1) ハイヒールによって踵・足関節・前足部ロッカー機能の利用が少ない例 65
ハイヒール歩行① / ハイヒール歩行②
- 2) 片麻痺による足関節ロッカー機能不全の例 66



高齢者の姿勢・動作の特徴と分析

小島 悟 67

1. 高齢期における心身の特徴 68

- 1) 老化 68
- 2) 廃用症候群 68
- 3) 老年症候群 68

2. 高齢者の運動機能 68

- 1) 筋機能 68
筋量/筋力
- 2) 全身持久力 69
- 3) バランス能力 69
静的立位姿勢バランス/動的立位姿勢バランス

3. 高齢者の姿勢, 動作 72

- 1) 立位姿勢 72
- 2) 起き上がり動作 72
- 3) 椅子からの立ち上がり動作 73
- 4) 歩行動作 74

Step up | 1. フレイル 76

2. 高齢者の運動機能評価 76

- 1) 筋力評価 76
- 2) 全身持久力評価 76
- 3) バランス能力評価 76
- 4) 移動能力評価 76



脳血管障害後片麻痺の姿勢・動作の特徴と分析 高見彰淑 77

1. 脳血管障害の病態 78

2. 片麻痺患者にみられる姿勢異常 78

3. 片麻痺患者の姿勢バランスの評価 78

- 1) 静的バランス 78
- 2) 動的バランス 79
平衡速動反応/先行随伴性(予測性)姿勢調節

4. 片麻痺患者の動作分析 80

- 1) 動作分析のポイント 80
- 2) 動作分析の実際 80
背臥位から非麻痺側への側臥位に至る寝返り動作/背臥位から非麻痺側の片肘立ち位を経て座位に至る起き上がり動作/椅子からの立ち上がり動作/床からの立ち上がり動作/車椅子・ベッド間の移乗/歩行/台昇降/階段昇降

5. 装具・装置などの物品の使用・操作 86

Step up | pusher 現象を呈する患者の特徴 87

- 1) pusher 現象の徴候 87
- 2) 責任病巣と出現率 87
- 3) 垂直判断と感覚検査 87
- 4) pusher 現象の評価 87
姿勢分析・動作分析/pusher 現象評価の注意点



半側無視を有する脳血管障害後片麻痺の姿勢・動作の特徴と分析 種村留美 89

1. 半側無視の定義 90

- 1) 半側の定義 90
- 2) 無視の空間 90

3) 半側無視の出現率	90
4) 半側無視を引き起こす病巣	90
2. 半側無視のメカニズム	90
1) 方向性注意説	91
2) 知覚障害説	92
3) 表象障害説	92
4) 運動性障害説	92
3. 半側無視の評価	92
4. 半側無視例の無視側への意識	94
5. 半側無視例の姿勢・動作の特徴	94
1) 座位と立位	94
2) 臥位	95
3) 右向き徴候	95
6. 半側無視例への対応	96
1) ADL アプローチ	96
2) 代償手段	97
フレネルプリズム／レフトアームアクティベーション	
Step up	
1. 右半球損傷例のコミュニケーション障害の特徴	98
2. 認知・コミュニケーション障害	98
1) 認知・コミュニケーション障害の責任病巣	98
2) 認知・コミュニケーション障害への対応	98

10

LECTURE

対麻痺・四肢麻痺の姿勢・動作の特徴と分析 牧野 均 99

1. 対麻痺・四肢麻痺の概略	100
2. 頸髄損傷・脊髄損傷の概説	100
1) 発生率	100
2) 神経学的損傷高位の判定	100
3) 完全麻痺と不全麻痺	100
4) ザンコリー分類	100
5) 残存機能別の最終獲得機能	101
6) 麻痺の予後	101
3. 背臥位	101
4. 背臥位からの寝返り動作	102
5. 背臥位からの起き上がり動作	103
1) 寝返りを経て起き上がるパターン	103
2) まっすぐ前方へ起き上がるパターン	103
6. 長座位	104
1) 頸髄損傷の場合	104
2) 胸髄損傷の場合	104
3) 腰髄損傷の場合	104
7. 長座位でのプッシュアップ	104
1) C ₆ の場合	104

2) C ₇ 以下の場合	104
3) C ₆ と C ₇ 以下のプッシュアップの比較	104
8. 移乗	105
1) 車椅子からベッドへの移乗	105
車椅子をマットに対して 30cm ほど離して直角に着けて前方に移乗するパターン／車椅子をマットに対して 30° に着けて側方に移乗するパターン	
2) 車椅子から床への移乗	106
9. 移動	107
1) 上位頸髄損傷者の車椅子駆動	107
2) 手指屈曲可能で体幹が安定している脊髄損傷者の車椅子駆動	107
3) 股継手付き長下肢装具による歩行	107
4) 不全四肢麻痺の動作・歩行	107
中心型不全麻痺／片側型不全麻痺／後部型不全麻痺	
10. 代償運動	109
1) C ₅ の場合	109
2) C ₆ の場合	110
Step up	
1. 不全麻痺	111
1) 不全麻痺例の増加	111
2) 多様な病態像	111
2. 固有背筋の神経支配	111
3. 頸髄損傷・脊髄損傷者の将来展望	111
1) 触知覚からのボディイメージ形成	111
2) 視覚からのボディイメージ形成	112
3) ボディイメージの再獲得	112

LECTURE 11

パーキンソニズムの姿勢・動作の特徴と分析 五日市克利 113

1. パーキンソン病の概説	114
2. 症状	114
1) 運動症状	114
四大徴候／すくみ現象／リズム形成障害	
2) 非運動症状	115
3) 二次的な機能障害	115
症状変動／関節可動域制限／痛み	
3. パーキンソニズムの姿勢・動作の実際	116
1) 寝返り動作	116
2) 起き上がり動作	118
起き上がり動作のパターン／背臥位から片肘立ち位まで／片肘立ち位から長座位・端座位まで	
3) 端座位	119
4) 立ち上がり動作	119
5) 座り込み動作	119
6) 立位	119
7) 歩行	120
パーキンソン病患者の歩行の特徴／小刻み歩行／すくみ足の程度と二重課題遂行能力の確認／方向転換および狭路通過能力の把握	
8) 階段昇降	121

Step up	パーキンソン病に対する音楽療法を取り入れたリハビリテーション 122
	1) 音楽療法の位置づけと動作分析の意義 122
	2) 音楽療法の効果 122
	音楽療法単独の効果／音楽療法と理学療法・作業療法併用の効果／音楽が心身に与える効果

12

LECTURE

運動失調の姿勢・動作の特徴と分析

五日市克利 123

1. 運動失調の概説	124
2. 分類別の主な症状	124
1) 小脳性運動失調	124
2) 脊髄性運動失調	126
3) 前庭迷路性運動失調	126
4) その他の運動失調	127
3. 運動失調の姿勢・動作の実際	127
1) 寝返り動作	127
2) 起き上がり動作	128
3) 端座位	129
4) 立ち上がり動作	129
5) 座り込み動作	130
6) 四つ這い移動	131
7) 立位	131
8) 歩行	132
	酩酊歩行／反張膝
9) 方向転換・坂道歩行・階段昇降	133

Step up	脊髄小脳変性症とパーキンソン病における歩行障害の特徴の比較 134
----------------	------------------------------------------------

13

LECTURE

脳性麻痺の姿勢・動作の特徴と分析

加藤寿宏 135

1. 脳性麻痺の病態と障害像	136
1) 脳性麻痺の定義	136
2) 脳性麻痺の分類	136
	姿勢筋緊張の性状に基づく分類／障害部位による分類
3) 脳性麻痺の発生率と要因	137
	周産期医療の進歩と脳性麻痺の発生率／脳室周囲白質軟化症
4) 脳性麻痺の臨床像	138
2. 脳性麻痺の姿勢・動作の特徴	138
1) 脳損傷の結果としての脳性麻痺の姿勢・動作	138
2) 発達の障害としての脳性麻痺の姿勢・動作	139
3) 脳性麻痺の姿勢・動作の7つの特徴	139
3. 痙直型、アテトーゼ型脳性麻痺の姿勢・動作分析の実際	139
1) 痙直型両麻痺	139
	姿勢・動作の特徴／背臥位／寝返り動作／腹臥位から座位へ／床での移動からの立ち上がり動作／歩行
2) アテトーゼ型四肢麻痺	142
	姿勢・動作の特徴／背臥位／寝返り動作／腹臥位から座位へ／四つ這い移動／立ち上がり動作とつかまり歩き

Step up	粗大運動能力分類システムと粗大運動能力尺度	145
	1) 粗大運動能力分類システム	145
	2) 粗大運動能力尺度	145

14

LECTURE

変形性股関節症・膝関節症の術前・術後の姿勢・動作の特徴と分析

森山英樹 147

1. 変形性股関節症	148	
1) 変形性股関節症の病態と障害像	148	
2) 変形性股関節症患者の立位	148	
開放性運動連鎖と閉鎖性運動連鎖／伸展可動域制限／外転可動域制限／回旋制限		
3) 変形性股関節症患者の起き上がり動作	149	
4) 変形性股関節症患者の立ち上がり・座り込み動作	149	
5) 変形性股関節症患者の歩行	150	
疼痛性跛行／軟性墜落性跛行／硬性墜落性跛行／関節可動域制限に起因する跛行／その他		
6) 変形性股関節症患者の階段昇降	152	
2. 変形性膝関節症	153	
1) 変形性膝関節症の病態と障害像	153	
2) 変形性膝関節症患者の立位	153	
3) 変形性膝関節症患者の立ち上がり・座り込み動作	153	
4) 変形性膝関節症患者の歩行	153	
前額面／矢状面／水平面／その他		
5) 変形性膝関節症患者の階段昇降	154	
Step up	変形性関節症患者の日常生活動作	155
	1) 日常生活動作に必要な関節可動域	155
	2) 変形性関節症患者に対する生活指導	155
	3) 人工股関節全置換術後の脱臼予防	156

15

LECTURE

下肢切断・義足使用の姿勢・動作の特徴と分析

高鳥 真 157

1. 下肢切断者のリハビリテーション	158
2. 義足使用者の姿勢・動作における問題点	158
3. 義足使用者の姿勢・動作におけるバイオメカニクス	158
1) 義足における閉鎖性運動連鎖	159
2) 義足における開放性運動連鎖	160
4. 義足使用者の姿勢・動作の特徴と分析	160
5. 義足使用者の基本的動作能力	160
1) 端座位	160
2) 立ち上がり動作と座り込み動作	161
椅子からの立ち上がり動作と椅子への座り込み動作／床からの立ち上がり動作と床への座り込み動作	
6. 義足使用者の応用的動作能力	162
1) 屈み込み動作	162
2) またぎ動作	162
3) 坂道歩行	162

4) 階段昇降	162
7. 義足歩行時のバイオメカニクス	163
1) 大腿義足歩行時のバイオメカニクス	163
立脚期のバイオメカニクス/遊脚期のバイオメカニクス	
2) 下腿義足歩行時のバイオメカニクス	164
8. 義足使用者の異常歩行	165
Step up 1. 大腿義足使用者の膝継手と足部の基本的な考え方	169
2. 膝継手の随意的制御トレーニング	169
3. 体験義足を体験する	169

巻末資料 171

表 1	各体節の質量（体重を1としたとき）	172
表 2	各体節の質量中心の位置（各体節の長さを1としたときの遠位からの長さ）	172
表 3	姿勢の分類と表記	172
表 4	健常者の歩行周期変数	173
表 5	高齢者の運動機能評価における年代別参照値	174
表 6	Modified Gait Abnormality Rating Scale (GARS-M) 原版と GARS-M 日本語版	174
表 7	脊髄損傷のザンコリー分類と筋肉の神経髄節支配	176
表 8	パーキンソニズムの分類	178
表 9	パーキンソン病と脳血管性パーキンソニズムの特徴	178
表10	パーキンソン病のホーン・ヤールの重症度分類	178
表11	パーキンソン病の症状と修正版ホーン・ヤールの重症度分類との関連	179
表12	パーキンソン病の無動および姿勢反射障害の代表的症状	179
表13	パーキンソン病の症状変動に関する用語	179
参考資料	本書で使用された計測値に関する単位と定義：国際単位系（SI）と組立単位	180

歩行分析チェック表 181

表 1	O.G.I.G—歩行分析シート	182
表 2	脳血管障害後片麻痺患者	186
表 3	パーキンソン病患者	187
表 4	運動失調患者	188
表 5	脳性麻痺患者	189
表 6	変形性股関節症患者	190
表 7	変形性膝関節症患者	191
表 8	大腿義足使用者	192
表 9	下腿義足使用者	194



試験

小林麻衣 195

索引 203

- 総編集——— 石川 朗 神戸大学大学院保健学研究科地域保健学領域健康科学分野
種村 留美 神戸大学大学院保健学研究科リハビリテーション科学領域運動機能障害学分野
- 編集委員（五十音順）——— 石川 朗 神戸大学大学院保健学研究科地域保健学領域健康科学分野
木村 雅彦 北里大学医療衛生学部リハビリテーション学科理学療法学専攻
小島 悟 北海道医療大学リハビリテーション科学部理学療法学科
小林 麻衣 晴陵リハビリテーション学院理学療法学科
玉木 彰 兵庫医療大学大学院医療科学研究科病態運動学分野内部障害領域
- 責任編集——— 小林 麻衣 晴陵リハビリテーション学院理学療法学科
小島 悟 北海道医療大学リハビリテーション科学部理学療法学科
- 執筆（五十音順）——— 五日市 克利 帝京平成大学地域医療学部理学療法学科
加藤 寿宏 京都大学大学院医学研究科人間健康科学系専攻リハビリテーション科学コース
小島 悟 北海道医療大学リハビリテーション科学部理学療法学科
小林 麻衣 晴陵リハビリテーション学院理学療法学科
高鳥 真 晴陵リハビリテーション学院理学療法学科
高見 彰淑 弘前大学大学院保健学研究科健康支援科学領域障害保健学分野
種村 留美 神戸大学大学院保健学研究科リハビリテーション科学領域運動機能障害学分野
牧野 均 北海道文教大学人間科学部理学療法学科
森山 英樹 神戸大学大学院保健学研究科リハビリテーション科学領域運動機能障害学分野