

序 文

将来、理学療法士を目指す学生にとって、中枢神経系理学療法は、運動器や呼吸循環などの数ある理学療法分野の諸分野の中で、最も「難解」な印象を受ける分野であるかもしれません。普段、接している周りの人たちとは異なる運動を行う片麻痺を持つ人の動きは、実習に出た学生や臨床に出たばかりの新人を悩ませることになるでしょう。だからといって、この特徴的な運動が理解不可能なわけではありません。最適な評価と臨床推論能力があれば、運動の問題点をとらえることができるはずです。同じように、十分な知識と技術があれば、効果的なトレーニングにより、運動障害を改善させることが可能となるでしょう。理解しようと思う気持ちがあれば、臨床のなかで答えが出てくるのが、この分野の醍醐味といえるかもしれません。

他の理学療法分野と中枢神経系理学療法の大きな違いは、ヒトという動物のなかで最も特徴的な器官である「脳」の障害を対象としているところにあります。未だに解明されていない部分が多い、この「脳」の障害を改善するには現時点で確立された知識だけでは足りません。すべてを説明することができないなかで、現時点でわかっている知識を駆使して、状況を改善する方法を模索する能力が求められます。今日までに行われた数多くの臨床での試行錯誤が、新しい方向性を示す第一歩になるわけです。

これまでの中枢神経系理学療法の教科書から大きく踏み込んで、本書では理学療法により中枢性運動障害を改善することができる理由や、その基本的な概念および必要な関連知識について、詳細に記述しました。これから理学療法士になる人たちや理学療法の未来を担う人たちが、より幅広い知識に基づいて、新しい方向性を広げてほしいという願いが本書には込められています。変わることを確かな知識を教授し、なぜ、そのようなトレーニングが行われているのかということに目を向けることにより、新たな創造の糧になれば、本書は目的を達したといえるでしょう。

Lecture 1 から 3 は解剖や病態を中心に、Lecture 4 ではリハビリテーションの意義について、Lecture 5, 6 では脳血管障害の医学的管理とリハビリテーションについて書かれています。さらに Lecture 7 から 9 では片麻痺患者の運動の特徴とその評価、Lecture 10 から 12 ではトレーニングの理論と実際、Lecture 13, 14 では脳血管障害患者の合併症と高次脳機能障害、最後に Lecture 15 では症例を通して理学療法の実際を学びます。

本書が、未来のセラピストを通して、脳血管障害後の片麻痺症状で悩む多くの患者さんの複雑で困難な状況を打開するために少しでも役立つことができたなら幸いに思います。

2011 年 11 月

責任編集を代表して 大畑光司

15レクチャーシリーズ

理学療法テキスト／神経障害理学療法学Ⅰ

目次

執筆者一覧 ii
刊行のことば iii
序文 v



中枢神経系理学療法の基礎知識

大畑光司 1

1. 総論	2
1) 脳血管障害とリハビリテーション	2
2) 中枢神経系理学療法で求められる知識	2
2. 中枢神経系の構造と機能の理解のための基礎知識	3
1) 神経系の構成細胞とそのはたらき	3
神経細胞（ニューロン）／グリア細胞	
2) 神経系の構造と身体運動に対する関与	4
テント上レベル／後頭蓋窩レベル／脊髄レベル	
3. 脳血管障害の理解のための基礎知識	5
1) 内頸動脈系	6
2) 椎骨動脈系	6
3) 穿通枝動脈	6
4. ICF に基づく障害の理解のための基礎知識	6
1) ICF の構成要素の定義	6
2) ICF の特徴と障害像の理解	7
3) 脳血管障害における「心身機能／身体構造」の取り扱い	8
4) ICF における「活動／参加」の取り扱い	8
5. 運動学習の理解のための基礎知識	8
1) 運動学習	8
2) 運動学習の段階	8
3) 学習の転移	9
Step up	
1. 脳血管障害と実際の脳の損傷部位との違い	10
2. 損傷部位と impairment の関連	10
3. 背景因子の考察	10
4. 中枢神経系理学療法に求められる能力	10



運動と感覚の中枢機能と構造

阿部浩明 11

1. 基本的な解剖知識	12
-------------	----

2. 運動経路の解剖	12
1) 錐体路の解剖	12
皮質脊髓路／皮質延髄路	
2) 錐体外路の解剖	13
視蓋脊髓路／網様体脊髓路／前庭脊髓路	
3) その他の運動に関与する主な脳領域	14
3. 神経所見と障害部位との関係性	15
4. 感覚経路の解剖	15
1) 後索—内側毛帯路	15
2) 脊髓視床路	16
3) 脊髓小脳路	16
4) 脊髓網様体路	16
5. 病巣と症状の関連性	16
6. 各動脈領域の障害と出現する症候	16
1) 前大脳動脈領域	17
2) 中大脳動脈領域	17
3) 後大脳動脈領域	17
4) 脳底動脈領域	19
Step up	
1. 脳梗塞例（前後大脳動脈領域梗塞）	20
2. 脳出血例（視床出血）	20



脳損傷の定義と病態

松尾 篤 21

1. 脳損傷とは	22
2. 脳損傷を引き起こす疾患・外傷	22
3. 脳血管障害	22
1) 一過性脳虚血発作	23
一過性脳虚血発作の臨床的意義／一過性脳虚血発作の原因と病態	
2) 脳出血	24
脳出血の好発部位／脳出血の臨床症状	
3) 脳梗塞	24
脳梗塞の機序による分類／脳梗塞の臨床病型による分類	
4) くも膜下出血	27
くも膜下出血の病態／くも膜下出血の臨床症状	
5) 脳動静脈奇形	28
脳動静脈奇形の病態／脳動静脈奇形の臨床症状	
4. 頭部外傷	28
1) 発生メカニズムによる頭部外傷の分類	28
開放性損傷／閉鎖性損傷	
2) 外力からみた頭部外傷の分類	29
局所性損傷／剪断損傷	
3) 頭部外傷の臨床的分類	30
4) 頭部外傷の臨床症状	30
5. 脳腫瘍	30
1) 脳腫瘍の分類	30

2) 脳腫瘍の臨床症状 30

6. 多発性硬化症 31

多発性硬化症の臨床症状 31

Step up | 1. 脳血管障害と介護 32

2. 久山町研究 32

4 LECTURE

脳の損傷とその回復

大畑光司 33

1. 脳血管障害後の機能回復の特徴 34

- 1) 機能回復の疫学 34
- 2) 機能回復過程の特徴 34
- 3) 機能回復における impairment レベル, activity limitation レベルの違い 34

2. 機能回復の原因 35

- 1) 回復のメカニズム 35
虚血性ペナンプラの回復 / diaschisis の解消 / 行動学的機能代償 / 機能的再組織化
- 2) 機能回復の原因と障害構造 35
- 3) 回復の質と理学療法の目標 36

3. 機能的再組織化と脳の可塑性 37

- 1) 脳の可塑性の原因 37
- 2) シナプスによる可塑的变化 37
ヘッブの可塑性シナプスモデル / シナプスの長期増強と長期減弱 / 長期増強の発現機序 / 神経細胞の構造的変化
- 3) 脳の可塑的变化と運動地図の拡大 39

4. 使用依存性の回復と課題特異的トレーニング 39

- 1) 使用依存性の回復 39
- 2) 使用依存性と運動課題の類似性 39
- 3) 使用依存性の回復と学習 40

Step up | 機能的再組織化に求められる運動学習の性質 41

5 LECTURE

脳血管障害における医学管理

阿部浩明 43

1. 自動調節能とその障害 44

- 1) 脳の脆弱性と保護機構 44
- 2) 脳血流量の自動調節能 44
- 3) 自動調節能の破綻 44
- 4) 虚血性ペナンプラ 44
- 5) diaschisis 44

2. 脳血管障害に対する急性期治療（虚血性疾患） 44

- 1) 脳梗塞に対する治療 44
血栓溶解療法 / 急性期抗凝固療法 / 急性期抗血小板療法 / 脳保護薬 / 脳浮腫管理 / 血液希釈療法
- 2) 脳梗塞特有のリスク 45
症状の進行 / 出血性梗塞 / 急性期の自律神経障害による影響
- 3) モニタリング項目 46
血圧 / 心拍数 / 呼吸 / 意識状態の変化

3. 脳血管障害に対する急性期治療（出血性疾患） 48

1) 脳出血に対する治療 48

血圧の管理に関するガイドライン／脳浮腫と頭蓋内圧亢進の管理に関するガイドライン

2) くも膜下出血に対する急性期治療 49

脳動脈瘤治療法の選択／外科的治療の時期／外科的治療／血管内治療（コイル塞栓術）／術後の管理

3) 出血性脳血管障害特有のリスク 51

血腫による頭蓋内圧亢進／脳出血後の脳浮腫／水頭症／脳虚血／再出血／脳血管攣縮

Step up 理学療法における脳画像の活用例 52

1) 症例紹介 52

2) 初回理学療法評価 52

3) 画像所見と現象の解釈 52

画像所見／評価結果の解釈／画像を活用した理学療法の指針

4) 経過 52



脳血管障害におけるリハビリテーションの流れ 松尾 篤 53

1. 脳血管障害リハビリテーションの流れ 54

2. 急性期リハビリテーション 54

1) 急性期リハビリテーションの目的 54

2) リハビリテーションの開始基準、リスク管理・中止基準 54

開始基準／リスク管理・中止基準

3) 急性期リハビリテーションの内容 55

体位変換・ポジショニング／関節可動域維持・改善／筋力維持・増強運動／全身調整運動

3. 回復期リハビリテーション 58

1) 回復期リハビリテーションの目的 58

2) 回復期リハビリテーションの方法 58

チーム医療／リハビリテーション強度／早期支援退院

4. 維持期リハビリテーション 59

1) 維持期リハビリテーションの目的 59

2) 維持期リハビリテーションの方法 59

5. 『脳卒中治療ガイドライン 2009』における運動療法のエビデンス 59

1) 運動障害・ADL に対するリハビリテーション 60

ファシリテーションテクニック／リハビリテーション治療の量

2) 歩行障害に対するリハビリテーション 60

下肢トレーニング量／杖・装具療法／トレッドミルトレーニング・体重免荷トレッドミルトレーニング

3) 上肢機能障害に対するリハビリテーション 60

4) 痙縮に対するリハビリテーション 61

経皮的神経電気刺激／運動療法

5) 体力低下に対するリハビリテーション 61

有酸素運動／下肢筋力トレーニング

Step up 脳血管障害リハビリテーションでエビデンスレベルの高い治療 62

1) バイオフィードバック療法 62

2) Bilateral Arm トレーニング 62

3) 麻痺側上肢の強制的使用 62

4) メンタルプラクティス 62

5) 電気刺激 62

1. 脳血管障害後片麻痺患者に生じる「身体構造と機能」の問題	64
1) 陽性徴候と陰性徴候	64
2) 代償による activity limitation の軽減	64
2. 筋力	64
1) 通常の運動単位の中枢性調節	64
2) 運動単位の種類	64
3) 運動単位の動員	65
4) 運動単位の発火頻度	65
5) 脳血管障害後片麻痺患者の筋力低下の原因	65
脊髄 α 運動ニューロンの機能的な減少／発火頻度の低下	
3. 筋緊張	66
1) 神経学的原因	67
伸張による過活動／伸張によらない過活動	
2) 非神経学的原因	68
4. 随意運動の制御機能	69
1) 課題に応じたタイミング欠如	69
2) 同時収縮	69
3) 共同運動と連合反応	69
5. バランス機能	70
6. 運動耐容能	70
Step up 1. 筋力に対する筋緊張増加による代償	72
2. 代償運動を理解しなければいけない理由	72

脳血管障害後片麻痺に対する評価（1） impairment

1. 脳血管障害後片麻痺を評価する前に	74
2. 評価の目的	74
3. 評価の実際	74
1) 意識障害の評価	74
JCS／GCS	
2) 総合評価	75
SIAS／Fugl-Meyer 評価法／modified NIHSS／JSS／ブルンストロームステージ／上田の 12 段階グレードテスト／協調性運動障害の評価	
3) impairment の評価	76
感覚評価／筋力評価／関節可動域の評価／筋緊張評価／各姿勢におけるバランス評価	
Step up 1. 『脳卒中治療ガイドライン 2009』	82
2. 評価法の信頼性と妥当性	82
3. 評価例	82



脳血管障害後片麻痺に対する評価 (2) activity limitation

佐久間香 83

1. 評価の目的	84
2. 評価の実際	84
1) ADL 評価 84	
FIM／バーセルインデックス／mRS	
2) 歩行評価 84	
歩行速度／Hoffer の歩行機能レベル	
3) 運動・動作におけるバランス評価 84	
BBS／FRT／TUG	
4) 姿勢分析（背臥位・座位・立位） 86	
健常者における各姿勢の特徴／脳血管障害後片麻痺患者における各姿勢の例	
5) 動作分析 89	
起居動作／立ち上がり動作／歩行	

Step up	脳血管障害後片麻痺患者の筋力が activity limitation に与える影響	92
	1) 群分け 92	
	2) 結果 92	
	3) 臨床への応用 92	



脳血管障害後片麻痺患者に対するトレーニング (1) 課題指向型トレーニングと運動学習の理論的背景

大畑光司 93

1. 脳血管障害後片麻痺患者に対するトレーニングの概略	94
1) 脳血管障害後片麻痺患者のトレーニングの目標 94	
2) 機能的再組織化を促すトレーニング 94	
2. 課題指向型トレーニング	94
1) 運動学習の効果に影響する因子 94	
課題の難易度／反復回数／結果の知識／運動の類似性／動機づけ	
2) 課題指向型トレーニングに必要な運動学習の性質 95	
合目的であること／適切な難易度の課題であること／さまざまな条件下での反復であること／フィードバックが得られること	
3) 課題指向型トレーニングに利用できる最適な学習条件 96	
運動課題の設定／全習法と分習法／集中学習と分散学習／ブロック学習とランダム学習／エラーレス学習と試行錯誤学習	
3. 課題指向型トレーニング以外のトレーニング	99
1) 筋力トレーニング 99	
2) バランストレーニング 99	
3) 持久力トレーニング 100	

Step up	1. 学習と記憶	102
	2. 学習性誤用	102

11

脳血管障害後片麻痺患者に対するトレーニング (2) 歩行に向けて：座位，立位を中心に

阿部浩明 103

1. 急性期における脳血管障害後片麻痺患者に対する理学療法の考え方 104
 - 1) 急性期理学療法の基本的概念 104
 - 2) 廃用を予防するための視点 104
2. 関節可動域トレーニングとポジショニング 104
 - 1) 関節可動域トレーニング 104
関節可動域の維持／関節可動域トレーニングにおける注意点
 - 2) ポジショニング 105
背臥位でのポジショニング／側臥位でのポジショニング
3. 座位トレーニング 105
 - 1) 急性期の座位トレーニングの実際（介助なしでは座位保持困難な場合） 106
 - 2) 座位バランスを向上させるための座位トレーニング 106
4. 寝返り，起き上がり課題に対するトレーニング 107
 - 1) 寝返り動作 107
寝返り動作の流れ／トレーニングの実際
 - 2) 起き上がり動作 107
起き上がり動作の流れ／トレーニングの実際
5. 立ち上がり動作と立位トレーニング 108
 - 1) 立ち上がりトレーニング 109
 - 2) 立位トレーニング 110

Step up

1. 股関節屈曲筋の役割 112
2. 装着により肩関節の亜脱臼を改善させる上肢装具 112
 - 1) 亜脱臼が生じるメカニズム 112
 - 2) 上肢（肩）装具の活用 112

12

脳血管障害後片麻痺患者に対するトレーニング (3) 歩行を中心に

大畑光司 113

1. 脳血管障害後片麻痺患者の歩行障害の概要 114
 - 1) 歩行機能と participation restriction 114
 - 2) 歩行の神経機構 114
 - 3) 歩行の力学的特性 114
 - 4) 片麻痺歩行の特性 115
歩行パターンの特性／エネルギーコストの特性／生体力学的特性
 - 5) 片麻痺歩行の原因の典型例 116
反張膝／立脚期の過剰な膝屈曲／内反足歩行，尖足歩行／遊脚期のクリアランス低下／麻痺側，非麻痺側の非対称性
2. 歩行機能に対するトレーニングの実際 119
 - 1) 歩行前トレーニング 119
ストレッチング／麻痺側への体重負荷
 - 2) 歩行トレーニング 119
平行棒内歩行トレーニング／介助歩行トレーニング／平地歩行トレーニング／体重免荷トレッドミルトレーニング
 - 3) 有酸素運動トレーニング，筋力トレーニング 121
 - 4) 装具の利用 121

13

脳血管障害における合併症

松尾 篤 123

1. 脳血管障害による肩関節痛 124
 - 1) 原因と臨床症状 124
肩関節亜脱臼／痙縮および拘縮／肩手症候群
 - 2) リハビリテーションにおける対策 125
ポジショニング／スリングおよび三角巾の使用／関節可動域トレーニング／機能的電気刺激・治療的電気刺激／運動イメージ
2. 脳血管障害による中枢性疼痛（視床痛） 126
 - 1) 原因と臨床症状 126
発生メカニズム／臨床症状
 - 2) リハビリテーションにおける対策 127
3. 脳血管障害による摂食・嚥下障害 127
 - 1) 原因と臨床症状 127
仮性球麻痺／球麻痺／一側性大脳病変
 - 2) リハビリテーションにおける対策 128
診断と評価／総合的対策／リハビリテーショントレーニング
4. 脳血管障害による排尿障害 130
 - 1) 原因と臨床症状 130
排尿メカニズム／発生メカニズム／臨床症状
 - 2) リハビリテーションにおける対策 131
参考とすべき評価／総合的対策／リハビリテーショントレーニング

Step up | 嚥下障害に対する理学療法の可能性 133

- 1) 治療対象 133
- 2) 治療・トレーニングの実際 133
呼吸運動に対する呼吸理学療法／頸部・体幹に対するアプローチ／嚥下関連筋の促通と筋力増強／電気刺激療法

14

高次脳機能障害と理学療法 pusher 現象と半側空間無視

阿部浩明 135

1. 高次脳機能障害 136
2. pusher 現象 136
 - 1) pusher 現象の評価 136
 - 2) pusher 現象に対する理学療法アプローチ 137
治療概念／押すこと自体を抑制する工夫
3. 半側空間無視 139
 - 1) 半側空間無視の現象 139
 - 2) 半側空間無視の責任病巣 140
 - 3) 半側空間無視が引き起こすバランス障害 140
 - 4) 半側空間無視の評価 141
 - 5) 半側空間無視に対する理学療法アプローチ 141

Step up | 1. 病態失認 143

2. 失語	143
1) 失語の分類	143
主要な失語 4 型の分類／失語のタイプ	
2) 失語を伴う場合の運動療法	144

15

脳血管障害における理学療法の実際

阿部浩明 145

症例から学ぶ理学療法の実際	146
1. 情報収集（患者に会う前に収集可能な情報）	146
1) 処方箋からの情報	146
2) カルテからの情報	146
3) 画像所見からの情報	147
4) 他部門情報	147
2. 初回理学療法評価（ベッドサイドでの理学療法評価：発症 2 日目）	147
1) 初回の状態	147
2) インタビューによる評価	147
3) 神経学的検査	148
運動機能／感覚機能／関節可動域	
4) 注意すべきリスクの評価	148
5) 起居動作の評価	148
3. 理学療法室での評価	148
1) SIAS	149
2) 起居動作の評価	149
4. 家族からの情報収集	149
5. 理学療法評価のまとめ	149
1) 理学療法評価と予後予測	149
2) 社会的情報を踏まえてのニーズの把握	150
6. 理学療法の方針	150
1) 座位から on elbow へのトレーニング	150
2) 立ち上がりトレーニング	151
3) 歩行トレーニング	151
4) その他の配慮	151
7. 経過と目標設定	151
1) 発症から数日間	151
2) 発症から数週間	151
3) 発症から 4 週間以降	151
8. 理学療法プログラム	152
1) 寝返り動作と起き上がり動作の直接反復トレーニング	152
2) 起き上がり時の on elbow 姿勢と端座位保持姿勢の反復トレーニング	152
3) ブリッジ動作と膝立て臥位での両下肢回旋運動トレーニング	152
4) 長下肢装具を装着しての立位保持トレーニング	153
5) 長下肢装具を使用するの無杖歩行トレーニング	153
6) 随意的な非麻痺側への重心移動を伴うバランストレーニング	154
7) 移乗動作の反復トレーニング	154
8) 立位での下衣操作トレーニング	154

9) 下肢引きずり動作の直接トレーニング	154
9. 最終評価（回復期病院転院時，8 週間後）	154
1) impairment の評価	154
2) SIAS	155
3) 起居動作の評価	155
10. 経過のまとめ	155
Step up 1. 画像情報の限界	156
2. 下肢装具の選択	156
3. 病棟看護師との連携	156

巻末資料 157



試験

大畑光司 167

索引 174



ここがポイント!

足圧中心軌跡や床反力のパターンの変化は麻痺側だけでなく、非麻痺側でも生じている。



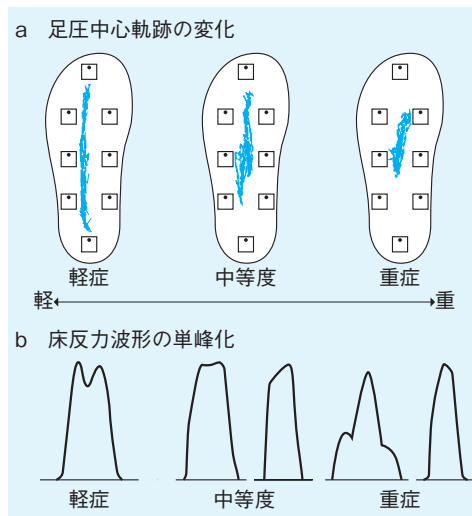
試してみよう

実際に踵とつま先に体重がかからないようにして歩行を行うと、どのような歩き方になるかを考えてみよう。

(3) 生体力学的特性

脳血管障害後片麻痺患者では、ブルンストロームステージが低くなるほど、足圧中心軌跡は短縮し、床反力波形は単峰性となっていることが知られている(図5)⁶⁾。通常歩行は踵接地から始まり、立脚期後半には前足部に体重が乗って、踵が床面から離れる。したがって、足圧中心軌跡は踵から始まり、つま先に達する。これに対して、片麻痺歩行では体重を支持できる期間が短く、特に踵接地や踵離地(つま先荷重)が失われるために、足圧中心軌跡は短縮することになる。また、通常歩行では、床反力波形が二峰性を有しており、踵接地から始まる第1ピークと蹴り出しにおける第2ピークがある。しかし、片麻痺歩行においては、重症になるほど、この時期に大きな床反力が生じない。

したがって、脳血管障害後片麻痺患者の足圧中心軌跡や床反力のパターンは、歩行時の踵接地と蹴り出しのメカニズムが消失していることを表している。



(Saibene F, et al. *Eur J Appl Physiol* 2003; 88: 297-316⁶⁾)

図5 片麻痺歩行における位置エネルギーと運動エネルギーの特徴

ブルンストロームステージが低くなる(重症な)ほど、足圧中心軌跡が短縮し、床反力波形が単峰化する。

5) 片麻痺歩行の原因の典型例

(1) 反張膝

a. 前脛骨筋の筋力低下による反張膝

通常歩行では、遊脚期に足関節を背屈させていた前脛骨筋活動が、踵接地直後に下腿を前方に推進する力に変化する(図6a)。しかし、通常歩行と反張膝を呈した片麻痺歩行の前脛骨筋活動の違いを見てみると、通常歩行では、初期接地の瞬間に前脛骨筋の筋活動のピークが生じているのに対して、反張膝歩行を呈する片麻痺歩行では、この時期の前脛骨筋の活動がみられない(図6b)。つまり、反張膝歩行の原因の一つとして、踵接地直後の時期に前脛骨筋が生じないために、下腿を前方に牽引できない場合があることが示唆される。

b. 下腿三頭筋の過活動による反張膝

反張膝のもう一つの原因として、下腿三頭筋の立脚期中の過活動があげられる。図7は、通常歩行と片麻痺歩行での下腿三頭筋の筋活動、足関節底屈方向へのトルクの例を示している。通常歩行(図7a)では、踵接地直後に、床反力により、足関節は



MEMO

前脛骨筋の筋力低下による反張膝の場合、踵接地直後に反張する方向にスラストが生じるような運動になる。この場合、踵を接地した状態で前脛骨筋を働かせるようなトレーニングを行う必要がある。



MEMO

下腿三頭筋の過活動による反張膝の場合、通常は単脚立脚期で生じる背屈方向への運動が生じていない場合が多い。

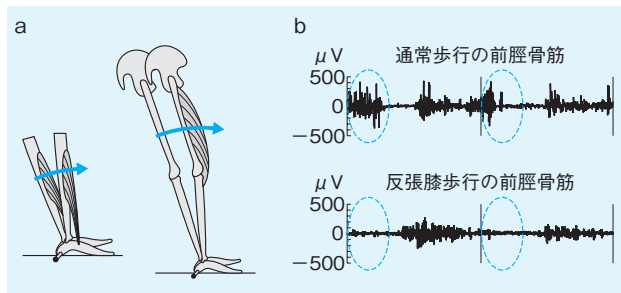


図6 踵接地直後の前脛骨筋の役割と反張膝歩行の特徴

- a: 通常歩行では、遊脚期に足関節を背屈させていた前脛骨筋活動は、踵接地直後に下腿を前方に推進する力に変化する。その後、大腿四頭筋の筋活動によって体全体を前方へ進める推進力となる。
- b: 通常歩行では、踵接地直後に前脛骨筋の大きな筋活動がみられるが、反張膝の一部では、この時期の前脛骨筋の活動が消失している。

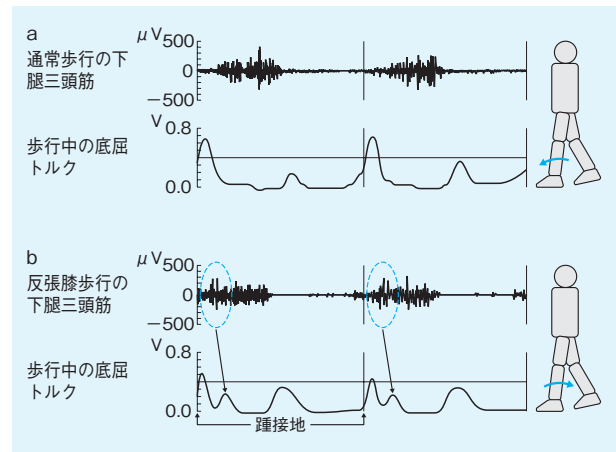


図7 踵接地直後の下腿三頭筋の過剰な収縮と反張膝歩行

- a: 通常歩行における下腿三頭筋活動の例。踵接地直後に活動は生じていない。底屈方向の力は、踵接地と蹴り出しの時期に2回認められる。
- b: 反張膝歩行を行う片麻痺患者の下腿三頭筋活動と歩行中の底屈トルクの例。踵接地直後に過剰な活動を見せ(円内)、これに対応して通常歩行では認められない底屈トルクを生じている。

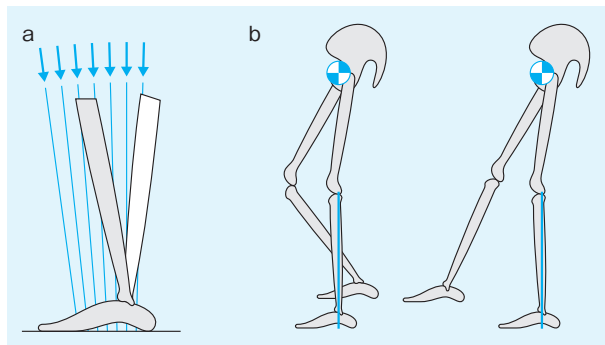
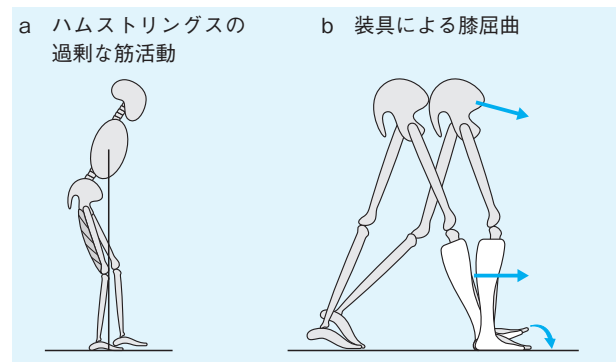


図8 立脚期の膝屈曲と骨盤の後退

- a: 通常歩行における床反力ベクトルの変化。単脚立脚期に重心が前方に移動するのに応じて、床反力ベクトルは前足部に移動する。
- b: 底屈筋力低下を生じ、前足部に体重が乗らない場合、重心の位置を後方に保つために、骨盤を後退させる運動を生じる。その結果、過剰な膝屈曲歩行を生じる場合がある。



(Perry J, et al. Gait Analysis, 2nd ed. Slack Inc; 2010. p195⁹⁾)

図9 そのほかの膝屈曲歩行の原因

- a: 歩行中に体幹前傾を生じると、体幹を支持するためにハムストリングスの過剰な活動を生じ、その活動は膝に対して屈曲位を生じさせるようにはたらく。
- b: 過剰な背屈位で固定された歩行では、体重をかけることで、下腿が前方に引き出され、膝が過剰な屈曲位をとることがある。

底屈方向に運動するため、足関節周りには底屈トルクを生じるが、その後は背屈運動に移行するため、底屈方向に力は生じない。しかし、図7bに示した片麻痺歩行では、一度、床反力による底屈運動が生じた後で、もう一度、底屈方向にトルクが生じる時期がみられる。このトルクにより背屈方向への運動が妨げられ、反張膝が生じている。したがって、過剰な筋活動も反張膝を形成する原因となることが示唆される。

(2) 立脚期の過剰な膝屈曲

立脚期に過剰な膝屈曲が生じる原因としては、足関節底屈筋力の減少やハムストリングスの過剰な筋活動が考えられる。たとえば、底屈筋力が低下していると、前足部への荷重が困難となる(図8)。この場合、膝屈曲位となるうえに、重心はつま先に移動しないため、結果として、骨盤を後方に引いた歩容となる。ほかにも体幹前傾に伴うハムストリングスの過剰な筋活動により、膝屈曲位となる場合や、下腿三頭筋の過剰な活動を防ぐため、装具を用いて背屈位で固定する状態でも同様に過剰な膝の屈曲を生じる可能性がある(図9)⁹⁾。

MEMO

底屈筋力低下がある場合、重心を前方に移動できないため、骨盤が後方に引ける姿勢が目立つことになる。

2. 歩行機能に対するトレーニングの実践

1) 歩行前トレーニング

(1) ストレッチング

足関節底屈筋や膝関節屈曲筋、股関節周囲筋などの筋緊張が高い場合、運動を行いやすくするためにストレッチングを行っておく。ストレッチングを行っても、立位時に緊張が増加することがあるが、神経学的原因によらない筋の短縮による影響を低減できる可能性がある (Lecture 7 参照)。

(2) 麻痺側への体重負荷

歩行を行う前に、静止立位時で体重が麻痺側下肢にどの程度乗っているかを確認する。体重計が2つあれば、左右の重心の位置は図12のように算出することが可能である。また、麻痺側下肢に最大に荷重させていったときに、どのような運動が生じているかを調べておく。また、どの程度の負荷量なら、随意的な矯正が可能かどうかを確認しておく (図13)。

体重負荷を行う場合、負荷に伴う内反や反張膝などの姿勢の崩れを順次矯正しながら行う。姿勢をコントロールできるようになるのに応じて、目標とする負荷量を増加させていく。

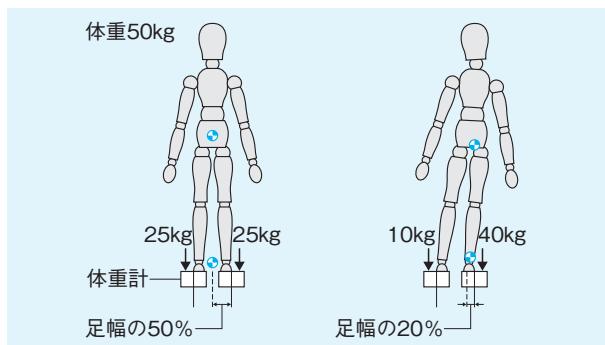


図12 体重計を用いた重心位置の推定

体重計が2つあれば、静止立位における重心の位置を推定できる。

体重50kgで麻痺側に25kgの体重が乗っているのなら、重心の位置は非麻痺側から見て足幅の50%の距離にある。麻痺側に10kgしかかかっていなければ、非麻痺側から見て足幅の20%の距離にある。

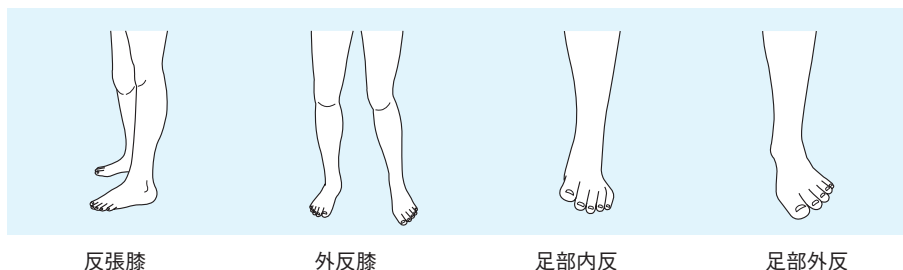


図13 負荷に伴う異常姿勢

麻痺側に対する体重の負荷量を増加させていくと、下肢に特徴的な異常姿勢を生じることがある。どのような異常姿勢を生じるかを観察し、どの程度の負荷量なら、随意的な矯正が可能かどうかを確認しておく。

2) 歩行トレーニング

(1) 平行棒内歩行トレーニング

平行棒や病棟の手すりを用いて歩行を行うことにより、より安定した状態で歩行さ

MEMO

特に、初期接地がつま先から生じる場合や、単脚立脚期の背屈運動がみられなかったりする場合には、底屈筋のストレッチが重要になる。

MEMO

麻痺側に体重がかかってきたときに、骨盤の後退や、膝の屈曲もしくは過剰な伸展などが生じるために、姿勢が維持できなくなってくる荷重量を確認しておく。姿勢を維持してかけることのできる荷重を増すように練習を行う。

MEMO

足部の内反や外反がある場合、靴の内側と外側の減り方に違いが生じる。靴底を確認することでも歩行を分析することになる。

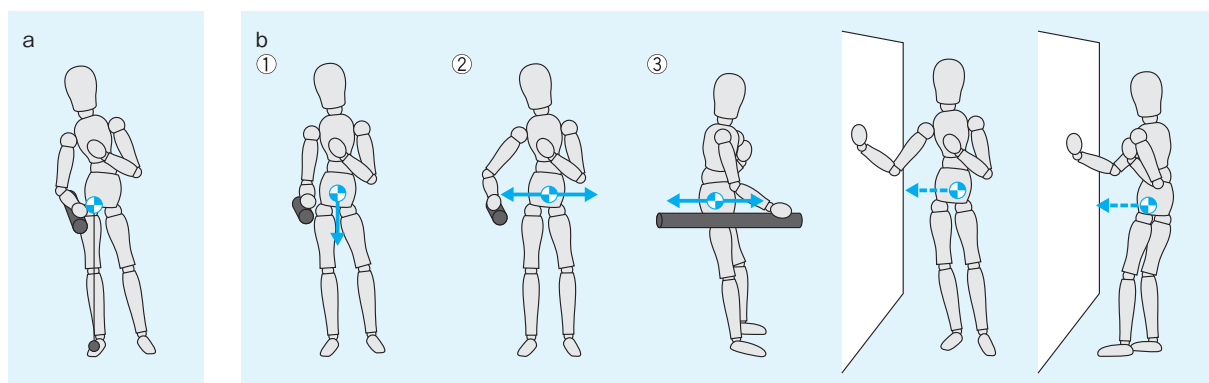


図 14 平行棒、手すりを用いるときの注意点

- a：非麻痺側上肢への依存が強い場合、体は非麻痺側へ傾くため、下肢においても、非麻痺側への荷重が大きくなる。結果的に麻痺側への体重負荷は大きく制限される。
- b：平行棒、手すりは①体重負荷、②左右方向、③前後方向の安定性を保証することができるため、過剰に非麻痺側上肢に頼った運動を行いやすい。壁立ちなら、安定性が得られる方向が限られるため、より麻痺側を使用したバランスの練習を行いやすい場合がある。

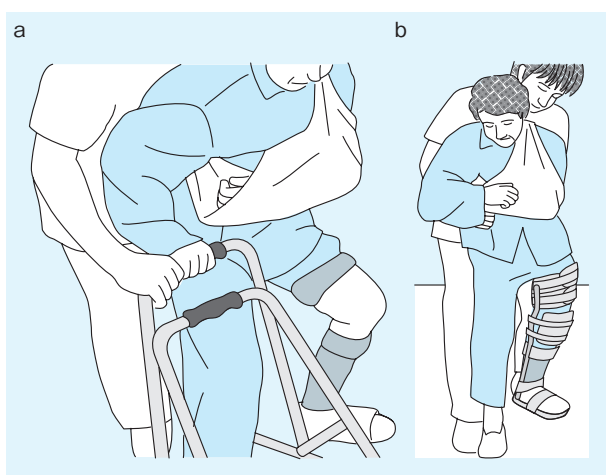


図 15 長下肢装具の使用

装具非装着 (a) の状態では、過剰な膝屈曲のため立位を維持することができないが、長下肢装具を装着することで (b)、歩行の練習を行うことができる。

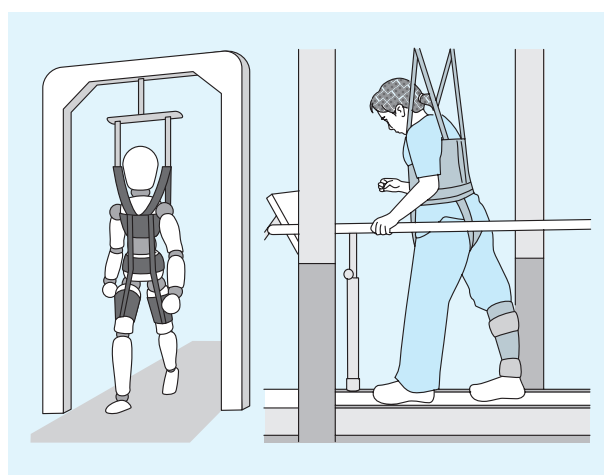


図 16 体重免荷トレッドミルトレーニング

体重をハーネスで支持して、トレッドミル上を歩行することで、より対称的な歩行を反復することができる。

せることができる。しかし、実際の杖歩行や独立歩行とは異なり、非麻痺側の手を過剰に用いた歩行となる可能性があることに注意する必要がある (図 14)。麻痺側での体重負荷を促すために、平行棒や手すりを可能なかぎり離すように指導していく必要がある。

(2) 介助歩行トレーニング

歩行の介助を行うことで、より通常の歩行状態に近づけて歩行を行わせることができる。膝屈曲が過剰となる場合には、長下肢装具を使用することで介助しやすくなる場合がある (図 15)。可能であれば徐々に介助量を減らす必要がある。

(3) 平地歩行トレーニング

平地での歩行を行う場合、10m 歩行速度などの指標を用いて行うほうがよい。また、可能であれば、病棟内や屋外などのさまざまな環境で歩行したり、方向転換や障害物を加えたりというように、バリエーションをもたせることが望ましい。

(4) 体重免荷トレッドミルトレーニング

ハーネスを用いて身体を吊り上げ、下肢への荷重量を制限した状態で、トレッドミル上を歩行させる体重免荷トレッドミルトレーニング (図 16) は、トレッドミルの設定やハーネスの調整により、安定して歩行距離を増加させることが可能であり、反

MEMO

抵抗運動であれば、抵抗を増すことで負荷をかけることになるが、介助歩行では介助を減らすことが、負荷をかけることになる。介助量を適切にコントロールすることが技術として求められる。

体重免荷トレッドミルトレーニング (body weight supported treadmill training)