

理学療法 における 歩行

佐々木 誠
編著

秋田大学大学院医学系研究科
保健学専攻理学療法学講座准教授

序

私たち人間は多様な環境の中で生活している。種々の環境の内外を行き来することには意味がある。「ここ」から「そこ」へ移動するということは、対象物に接近するなどの目的をもった行為である。私たちは、実に様々な手段で移動することができる。腹這い移動、四つ這い移動、膝立ち移動、車椅子駆動、歩行、走行などは能動的な移動であり、車椅子を押してもらうこと、キャスター付きのリクライニング式ベッドで隣の部屋に場所を変えてもらうことなどは受動的移動である。いずれも入力される感覚情報が変化するであろうし、能動的な移動では運動が行われる。運動を伴うにもかかわらず一所にとどまる歩行は、心肺運動負荷試験や練習のためのトレッドミル歩行であるが、これも目的があって行われる。

これら、目的のある行為はすべて価値のあるものであり、編著者はいずれの移動手段を用いる者であっても受け入れる。理学療法士は「歩行のプロフェッショナルリスト」との主張もあろうかと思うが、私の考えは必ずしもそうではない。にもかかわらず、なぜ「歩行」に特化した本書の出版を考えたのかといえば、「歩行」は、人間だけに与えられた二足での移動手段であり、願わくば理学療法法の目標としたい、あるいは内部障害患者や健康を求める人々の手段としたい、種々の方法で切り取ることができる移動・運動手段であるからである。

様々な切り口の中で、本書は以下のように構成されている。第Ⅰ章では歩行の定義と起源について記述されている。第Ⅱ章から第Ⅳ章では、順に運動学、運動生理学、神経生理学それぞれの基礎が述べられている。第Ⅴ章では、歩行によってその個人を特定できるような、歩行の多様性について記載されている。第Ⅵ章では私たち理学療法士が関わる、疾患と歩行について書かれている。ここでは、肢体不自由者に加えて内部障害患者における歩行の推奨や注意点について記載されている。第Ⅶ章では健康寿命の延伸を鑑み、歩行による健康増進と障害予防に言及されている。本書の特長として強調したいのは、「歩行」を多方向からとらえる試みをしていること、肢体不自由者に限らず内部障害患者の歩行にまで言及していること、健康増進や障害予防としての歩行の可能性を指し示していることである。

執筆は、編著者が信頼を置く、理学療法士養成校や理学療法現場でご活躍の先生方をお願いした。適所の執筆をお願いするよう努めたが、専門と少し違う内容の執筆をお願いした先生もいた。全執筆者の先生、および再学習していただいた先生においては、その労に感謝申し上げます。

本書は、理学療法学生ならびに新人理学療法士を読者層として想定している。網羅的であるが故に、歩行を凝縮してとらえる内容になっている。副読本として入手していただきたい1冊になると考えている。移動・運動の一手段の「歩行」であるが、理解を深め患者に還元していただければ望外の喜びである。

2023年5月

佐々木 誠

1

歩行の定義

1 歩行の定義

私たち人間は、進化の過程を経て二足歩行を獲得した。胎児期・出生後からの運動発達により生後10カ月～1年半頃までには歩行が可能となる。1歩ごとのリズムのばらつき、立脚期・両脚支持期の持続時間のばらつきがなくなり安定するのは11～12歳の頃であり、その頃になって初めて歩容は完全になるといえる。11～12歳で完成した後の青年期～中年期の歩行は、効率のよい歩容で遂行される。小児期の歩容、老年期の歩容は、その間の時期（成人期）の歩容と異なり効率が悪くバランス、脚の運びともに不安定である。また、成人期においても個人個人の歩容は異なり、遠く前方を歩いている後ろ姿で誰であるのかを推察できることもある。近年、「歩行年齢」を提示する測定システムが開発されている。

「歩行」とは、脚をもつ動物が行う、脚による移動のうち、すべての足が同時に地面から離れる瞬間をもたない動作である。四つ足動物であれば四足、人間であれば両方の足が同時に離れる瞬間がある移動は走行とよばれる。移動する速度は、一般に歩行よりも走行のほうが速いが、歩行者と並走する場合など走行でも移動速度を遅くすることも可能であり、競歩は最大の歩行速度を争う競技である。

トレッドミル歩行で漸増運動負荷試験を行うと、平坦に設定している場合、徐々に速度を上げていき3.2～3.3 mile/h（1 mileは約1.6 kmなので、5.1～5.3 km/h）を超えてくると、対象者は歩行速度についていけず競歩のような歩行となるか、あるいは軽い走行に代わっていく。歩行試験として完遂するためには、トレッドミルの傾斜を上げて運動負荷を強めていくことになる。

安楽な歩行の速度は、約4.0 km/hと考えられる。ぶらぶらと歩くときは約3.0 km/h程度の速度である。1里塚は、江戸時代の主要街道に築かれていた塚であり、路程標の役割を果たしていた。1里は約4 kmであるので、1時間、安楽な速度で1里塚から次の1里塚まで歩けば一休みする目安となっていたのかもしれない。

「歩行」は、英語では「gait」と「walking」の2つの表現がある。「gait」は歩きぶり、足どり、歩容などを意味し、「walk」は歩く、散歩する、歩いていくなどの意味であり、区別して使用するのが望ましい。例えば、「歩行分析」は「gait analysis」、「6分間歩行試験」は「6-minute walk test」と英訳される。

「最大努力歩行速度」という表現で書かれた論文を査読したことがある。「最適歩行速度（あるいは、快適歩行速度）」に対して「最大歩行速度」との表現に馴染みが深いので、「努力歩行速度」の用語について修正を検討するよう査読コメントを書いた。それに対して、「なるべく速く歩くように求めたが、障害によって最大限に努力していたけれども、それが最大歩行速度であるとはいきれず努力歩行と表現した」との回答であった。「リハビリテーション医学大辞典」、「理学療法学事典」で調べた限り、「努力歩行」の語は見出せなかった。「努力歩行」よりも「最速歩行」の語をタイト

ルに含めた論文のほうが多い。「努力歩行」は、速く歩くよう努力したのか、スタイルのよい歩容で歩くよう努力したのか、転倒しないよう努力したのかなど、さまざまな歩行を想像させる。適切な用語の使用を心がけたいものである。

「独歩」という用語も混乱を招くものである。歩行補助具を使用せず介助や見守りなしで歩けることを「独歩」といっている方もいるようであるが、正しくは「自立歩行」と同義である。そうすると、「短下肢装具を装着し、T字杖を使用した独歩」などの表現があり得ることになる。「リハビリテーション医学大辞典」では、「独歩」という用語はできるだけ使用しないほうがよいとされている。

2 歩行の臨床的および学術的意味

私たち理学療法士は、障害者の基本的動作能力の回復を図ることを目的とする。基本的動作能力には移動動作能力が含まれている。移動動作には、ずり這い、いざり、四つ這い移動、歩行、車椅子駆動、電動車椅子操作などがある。いずれの障害においても、重症度、進行度、併発症などによって適切な移動方法を選択することが大切である。どの移動手段であっても、その獲得は移動範囲を広げ、行動のレベルも高めるものと考えられる。このような見地にありながら、装具や歩行補助具の使用の有無、見守りや介助の有無にかかわらず歩行の獲得を重視するのは、健常者の多くが歩行によって屋内を移動し、屋外を歩き行動の目的を達成しているからなのかもしれない。筆者は、理学療法士が歩行という移動手段を最も重視するプロフェッショナルであるとの主張に必ずしも同調するものではない。しかしながら、患者が歩行の獲得を望み、その要望を受け入れて支援したいと思うならば、歩行についての理解を深めることは重要であると考え、この理解を深める過程は、臨床家にとって患者をよりよい方向に導くことになるであろう。

理学療法士が患者の歩行の獲得を目指す道程には、学術的な造詣が大切である。それは、運動学的な、運動生理学的な、神経生理学的な、そしてそのほかの視点での、とらえ方が必要ということである。

歩行を運動学的にとらえる場合、重心位置の変化やバランスを支持脚から次に接地する脚へ移行させること、遊脚側の脚の振り出しや支持脚の屈伸・固定のための関節運動や筋作用といった動学的な側面と、下肢各部にかかるモーメントや床反力などの力学的な側面を知る必要がある。

運動生理学的にとらえる場合には、筋収縮によって起こる歩行に際して筋内で酸素の取り込みと不要物の排出があり、心臓の反応による血管内の血液の循環、呼吸器におけるガス交換が、酸素運搬系の作用として起こることの理解が重要である。

神経生理学的な側面にとらえるには、大脳の運動誘発に関連する領域の働き、錐体路の神経電位伝達の作用、大脳基底核の機能と錐体外路の役割、小脳の運動器への関与や歩行中の運動誤差の修正、運動学習の役割、脊髄内にその存在が想定されている中枢パターン発生器(central pattern generator: CPG)などが複雑に関連して初めて円滑な歩行が可能であることの知識を要する。

そのほかとして、小児における歩行の発達や老化に伴う歩容の変化などを理解することが要求される。

歩行の偏倚は、「異常」のために生じるのかもしれないし、「代償」として生じるのかもしれない。脳卒中後片麻痺患者は、Brunnstrom stage がⅢの歩行よりもⅣの歩行のほうが、左右非対称性が顕著であるとされる。脊柱後弯高齢者は、姿勢の変化により重心が前方に変位しているため、後方に重心を残すように小さな歩幅で歩く。これらを「異常」ととらえて正常歩行に近づけようとするの

か、「代償」ととらえて歩容をそのままに別の歩行能力を高めることを目指すのか、理学療法士の判断が問われるところである。また、進行した慢性閉塞性肺疾患患者や心不全患者が速く歩行できないのも、「異常」といえるのかもしれないし「代償」であるのかもしれない。末梢筋の筋機能の低下を含めた酸素運搬系の「異常」が、各所に首座をおく疾病に関わる機能（この場合、呼吸機能や心臓のポンプ機能）を「代償（負荷の軽減）」していることになろう。病態や臨床症状を把握し患者の個別性に見合った、歩行を含む運動処方となされる必要がある。

3 歩行の分析に先立って

歩行は、理学療法士によって多面的に分析され解釈されて統合される。小児の歩行は未熟であり、成人では完成型であり、高齢になるにつれて完成型から逸脱していく。また完成型の成人でも歩行に性差がある。障害者の中には異常歩行を呈する者がいるが、名称のある異常歩行に至らないまでも正常から逸脱した歩容というものがある。

正常歩行がどのように遂行されるのか、これがライフスパンの各期でいかように変化するか、性差がどのようにあるのかをまず理解したうえで、典型的な異常歩行とそこまでは至らない正常歩行からの逸脱をとらえることは、臨床における分析能力を高めることになると考える。変形性股関節症患者では、脚長差や疼痛による異常歩行が手術によって認められなくなっても、正常から逸脱した歩容を残すことが少なからずある。これを的確に分析し、原因を特定してこの改善に努めつつ歩行練習を行う必要がある。

4 各種障害に関わる歩行の概要

成人ならびに高齢者の中枢性疾患、小児における進行性筋疾患や中枢性疾患、骨・関節疾患、呼吸・循環を中心とした内部疾患など、さまざまな原因で歩行障害が生じる。また、歩行をはじめとした運動トレーニングによって維持・改善される代謝性疾患をはじめとした内部障害がある。

肢体不自由の者は、障害の程度によって床上での移動や車椅子生活、電動車椅子での生活を余儀なくされる場合があるが、理学療法の目標が歩行であるならば、いずれの疾患に基づこうとも歩行の実用性を高められるように介入しなければならない。実用性には、歩行の速さ、歩行の持久性、歩行の安定性、歩行の変動性が少ないことが含まれる。障害者の歩行速度に合わせて他者も歩いてくれるような優しい社会であればよいのだが、現実はそのようではない。横断歩道を渡り切れる歩行速度は1 m/sec (=3.6 km/h) であるとの報告がある。これは健常者の安楽な歩行とぶらぶら歩きの間の速さである。障害者の中には、歩行速度が遅いことが外出するのに高い障壁となる者もいる。また、歩行速度を上げるためには、歩行の安定性を犠牲にして変動性を許容しなければならないかもしれない。障害者は速く歩くほどバランスを失いやすく、下肢の運動軌跡が不規則となりやすい。すなわち、転倒の危険が高まることになる。

慢性閉塞性呼吸器疾患患者や心疾患患者は、呼吸器の換気障害や心臓のポンプ作用の障害から息切れが生じ疲労しやすい。呼吸困難感を回避するために身体活動性の低いライフスタイルとなりがちであり、有酸素性の運動能力に加えて筋機能の低下もたらされ、日常生活活動が制限される。この身体能力や身体活動の低下は、さらに呼吸困難感や疲労感を強め、ライフスタイルに影響を及ぼす。このような負のスパイラルを断ち切るのに、運動能力や身体活動性の向上に努めることが大切である。運動処方では、FITT (Frequency: 頻度, Intensity: 強度, Time: 時間・期間, Type: 種

能の障害，特に体位変換時に生じる反射的運動の障害が主症状であり，四肢の運動における障害は単独では認められない．運動失調は一側性あるいは両側性に出現し，一側性の場合には患側に身体が偏倚する．

大脳性運動失調症は，大脳半球の障害によって起こる運動失調である．責任病巣として前頭葉，頭頂葉が報告されている．障害側と反対側の身体に症状が出現する．

2 運動失調症の症状が歩行に及ぼす影響

運動失調症が歩行に及ぼす主な影響は，平衡機能の障害，体幹や歩行の支持脚の筋協調の障害（バランス障害），遊脚相の筋の協調した作用の障害と測定障害，運動の分解，反復拮抗運動不能（運動軌跡の正常からの逸脱）である．その背景には，固有受容器への感覚入力を脊髄後索で上行させ，小脳で処理し，大脳からの命令で適切に運動遂行させることの障害がある．

小脳は，大脳の運動野と大脳基底核とともに協調運動に寄与する．ほぼすべての感覚系から求心性情報を受け，また運動のプログラミングと実行に関係する脳のほかの部分からの情報を受ける．運動をするにあたり筋への出力量，活動タイミング，活動時間などを決定し，運動プランを実行するためのプログラムを作成し，大脳の運動関連領域にその情報を伝達する．運動の開始と同時に作成された運動プログラムと実際の運動軌跡との誤差を検出し，運動プログラムを修正する．すなわち，運動のフィードフォワードとフィードバックの機能を有する．これらの機能は，運動を反復することで運動学習を行うのに役立つが，小脳に障害があると運動学習が妨げられる．

正常であれば，姿勢保持や適切な運動のために視覚，平衡感覚，深部感覚を活用するが，前庭迷路の障害により平衡感覚の，脊髄後索-内側毛帯系の障害により深部感覚の，求心性入力に損なわれ運動の誤差の修正が困難となる．

歩行は，ジャンプや走行，片足立ちに次いでバランス能力が求められ，また正しい運動軌跡で脚を運ぶ能力を要する動作である．運動失調症患者では，姿勢を保ちながら左右交互に脚を正しい軌跡で前に運ぶことが困難となる．姿勢保持や，両脚支持から一側脚に重心を移す際の深部感覚入力が阻害され，小脳での運動学習が困難なため，正常な歩行からの逸脱が生じその修正に難渋することが少なくない．

3 運動失調症患者の歩行の特徴

運動失調が軽度な場合，通常の歩行では異常を見出せないことがある．つぎ足歩行(tandem gait)や方向転換(on turn)をさせると，よろめきやふらつきが生じ症状を特定できる(図3)．つぎ足歩行は，一方の足の先と他方の足の踵が交互につくように直線上をまっすぐ歩くものである．方向転換も通常の歩行よりバランス能力が要求されるため，よろめきやふらつきが起こりやすい．理学療法士は，転倒に至らないよう患者の近くにいて安全に十分配慮する．

日常的に歩行障害が明瞭になると，歩行変動性(図4)が顕著になってくる．両下肢を広く開き(wide based)，全身性の動揺が強くなり不安定となる．バランスを取るために両上肢を広げての歩行となることも多い．酔っ払いが千鳥足で歩くように見立てて酩酊歩行(drunken gait)と表現されることがある(図5)．

小脳半球の障害では，振戦(tremor)，測定障害，運動の分解，反復拮抗運動不能などが上肢に限らず下肢にも生じる．

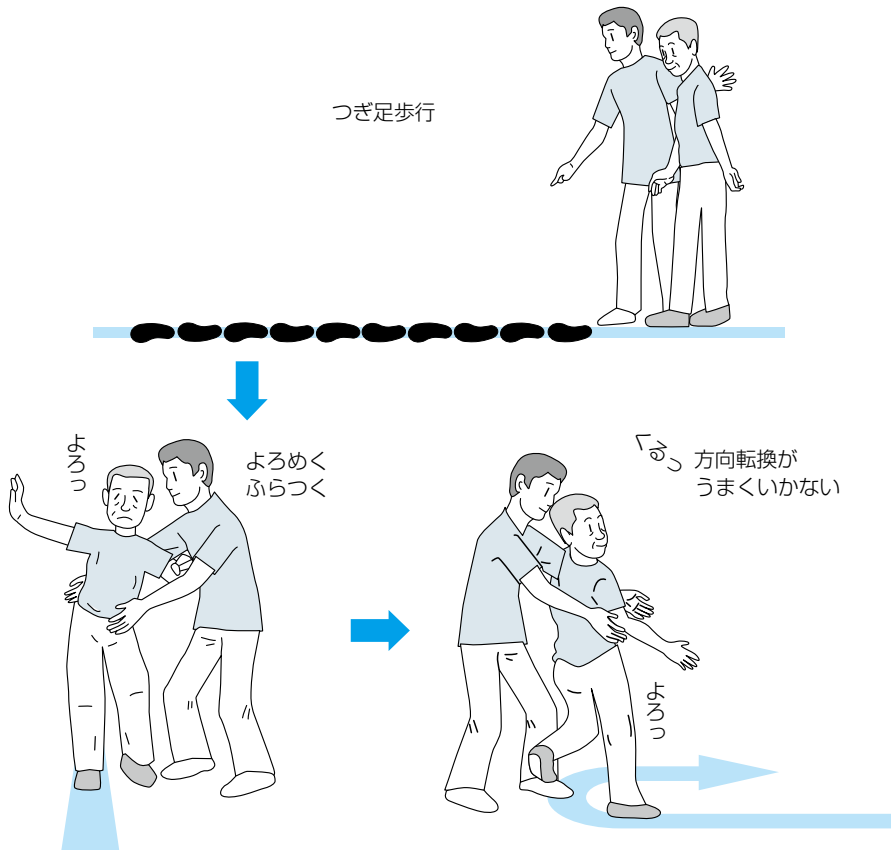


図3 軽度な運動失調症患者の歩行の症状

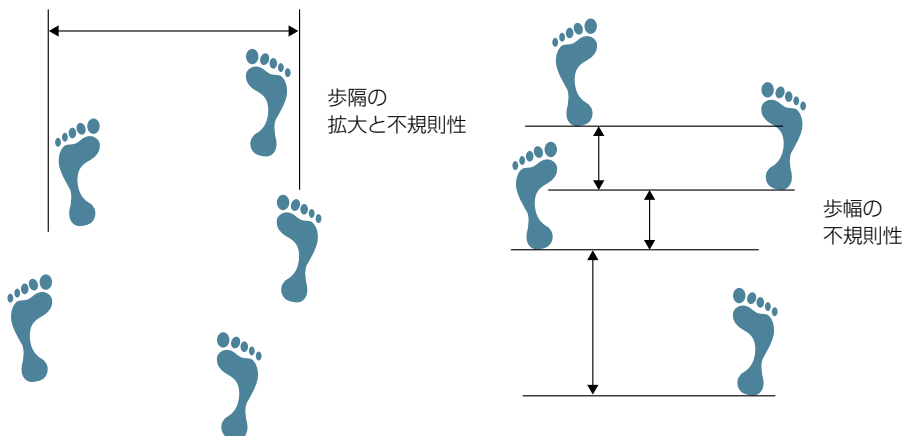


図4 歩行変動性

振戦は、姿勢時振戦（postural tremor）と動作時振戦（action tremor）があり、小脳障害では、この2種の振戦がありうる。特に動作時振戦が著しくなり、1つの随意運動が終末に近くなって振戦がより強くなるものを企図振戦（intention tremor）とよぶ。

測定障害には、目的の所より行きすぎる測定過大、目的の所まで到達しない測定過小（hyoermetria）がある。下肢の測定障害の検査方法として、踵膝試験（heel-knee test）（図6）、膝打ち試験