# Comprehensive Training Manual for Overcoming Paralysis Foot Inversion: A Hemodynamic and Neuroplastic Approach (2026 Edition)

Subject: Clinical Protocol for Fundamental Recovery of Post-Stroke Spasticity

Target Audience: Stroke Survivors, Rehabilitation Specialists, Caregivers

Date: January 6, 2026

# Preface: The Journey to Fundamental Recovery

Recovery from stroke, specifically the challenge of overcoming spastic foot inversion (equinovarus), is frequently reduced to a mechanical endeavor—a localized battle against a tightening ankle. However, this perspective is fundamentally limited. The journey of rehabilitation is not merely about loosening tight tissues; it is a profound process of neurological reconstruction, self-discovery, and the restoration of agency. This updated manual represents a decisive paradigm shift from symptomatic management—treating the foot as an isolated mechanical failure—to a "Fundamental Recovery" model. This model integrates advanced hemodynamics, central nervous system (CNS) reorganization, and the psychological dimensions of narrative medicine.

We have incorporated crucial feedback from clinical mentors and reviewers to refine this text. It has been noted that "loosening alone is insufficient; one must learn to input force correctly," and we must correct prevailing misconceptions regarding "inner muscles." Furthermore, to transform this document from a personal narrative into a clinically robust, reproducible protocol, we have integrated strict safety architectures and distinct "Checkpoints" for phase progression.

This manual is structured not as a checklist, but as a map for a journey. Like any journey, there will be varied terrain—moments of rapid progress and plateaus that require patience. The goal is not just the correction of a joint angle, but the reclamation of the self through the body.

# Part I: The Neurobiological Landscape

To navigate the path to recovery, one must first understand the terrain. The "inversion" of the foot is not the problem; it is the symptom of a silent war occurring within the central nervous system between two major descending motor pathways.

## 1.1 The Great Divide: CST vs. RST

The human motor system is governed by a hierarchy of control. In the context of spasticity and foot inversion, the dynamic between the Corticospinal Tract (CST) and the Reticulospinal Tract (RST) is paramount. Understanding this distinction is the first step in separating "medical fact" from "sensory experience."

### The Corticospinal Tract (CST): The Conductor of Fine Control

The CST originates in the motor cortex and is evolutionarily recent, most developed in primates and humans. It is responsible for "fractionated movement"—the ability to isolate specific muscles for precise tasks.1 For example, the CST allows you to wiggle your big toe without moving your ankle, or to dorsiflex the foot (lift it up) without flexing the hip. It is the pathway of voluntary, conscious skill.

In a stroke, the CST is often the primary casualty. When the "wires" of the CST are damaged, the brain loses its direct, high-speed connection to the specific muscles of the lower leg, particularly the *Tibialis Anterior*, which is responsible for lifting the foot.

### The Reticulospinal Tract (RST): The Ancient Stabilizer

The RST originates in the brainstem (reticular formation) and is evolutionarily ancient. It governs posture, gross synergies (moving the whole limb as a unit), and anti-gravity muscle tone.1 In a healthy nervous system, the CST exerts an inhibitory influence on the RST, keeping it quiet until stability is needed.

The Mechanism of Spasticity:

When the CST is damaged by stroke, this inhibitory control is lost. The RST, no longer dampened by the cortex, becomes disinhibited and hyperactive.3 The brainstem, sensing instability and weakness, defaults to a survival mode. It screams "Stabilize!" to the limb. The RST fires the anti-gravity muscles—the calf (gastrocnemius/soleus) and the toe flexors—to turn the limb into a rigid pillar for weight-bearing. This results in the foot turning inward (inversion) and pointing down (plantarflexion).

Clinical Implication:

This understanding dictates our strategy. We cannot simply "stretch away" RST activity. Passive stretching addresses the symptom (tightness) but not the cause (brainstem hyperactivity). To fundamentally cure inversion, we must re-engage the CST. We must teach the brain to bypass the survival synergies of the RST and reactivate the precise, voluntary pathways of the cortex. This requires active cognitive engagement, not just passive manipulation.

## 1.2 Hemodynamics as a Therapeutic Catalyst

The previous iteration of this manual introduced the concept of "warming." We now elevate this to "Hemodynamic Priming." This is not merely about comfort; it is a physiological necessity for changing tissue properties.

### The Physics of Viscoelasticity

Muscle tissue is viscoelastic—it behaves like both a solid and a fluid. Cold, ischemic (low blood flow) muscle behaves more like a solid: it is brittle, stiff, and resistant to change. Warm, well-perfused muscle behaves more like a fluid: it is pliable and compliant.

Recent evidence suggests that thermal stimulation (warming), when combined with therapy, can significantly improve functional recovery scores (MD = 6.31 points on motor function scales).5 The mechanism is twofold:

1. **Mechanical:** Heat reduces the viscosity of the collagen and muscle fibers, allowing for greater elongation with less force (stress relaxation).6
2. **Neural:** Cold temperatures have been shown to increase the sensitivity of muscle spindles, the sensors that trigger the stretch reflex. A cold leg is a spastic leg.6 By improving hemodynamics, we lower the "noise" entering the spinal cord, creating a quieter window for the brain to learn.

Refining the Tone:

While we previously stated warming is a "requirement," it is more accurate to state: Hemodynamic optimization is considered a highly effective strategy for maximizing sensory input and minimizing resistive torque during rehabilitation.

## 1.3 The Core as the Anchor: Proximal Stability for Distal Mobility

A critical error in traditional self-rehabilitation is an obsession with the foot. However, the foot is the end of the kinetic chain. Control begins at the center.

### Intra-Abdominal Pressure (IAP) and the "Inner Muscle" Misconception

There is a common misunderstanding that "inner muscles" are simply about holding the stomach in. In reality, core stability relies on the regulation of Intra-Abdominal Pressure (IAP).8 The diaphragm, pelvic floor, and transverse abdominis must work in concert to create a pressurized cylinder that stabilizes the lumbar spine.

The Proximal-Distal Link:

If the trunk is unstable, the CNS perceives a threat to balance. To compensate, it utilizes the RST to increase tone in the distal limbs (arms and legs) to create rigid stability.10 Therefore, a "loose core" directly causes a "tight foot."

* **The Fundamental Cure:** By securing the trunk via IAP, we signal the brainstem that the body is stable. This downregulates the RST's drive to stiffen the leg, "unlocking" the ankle for voluntary CST control.11

# Part II: Safety Architecture and Risk Management

CRITICAL OVERRIDE: Safety First

This manual promotes autonomy, but autonomy requires responsibility. The following risks are real and can be life-threatening. This section has been expanded based on rigorous medical review.

### 2.1 Deep Vein Thrombosis (DVT) Protocol

Stroke survivors are at a significantly elevated risk for Deep Vein Thrombosis (DVT)—blood clots forming in the deep veins of the leg due to paralysis and immobility.13 Applying percussive therapy (massage guns) or aggressive stretching to a leg with an active DVT can dislodge the clot, causing a Pulmonary Embolism (PE), which can be fatal.

Assessment: The DVT Red Flags

Before every session, check for these signs. If present, STOP immediately.

| **Symptom** | **Description** |
| --- | --- |
| **Unilateral Swelling** | Is one leg significantly more swollen than the other? 16 |
| **Pain/Tenderness** | Throbbing, cramping, or deep ache in the calf or thigh, often worsened by standing or walking. 17 |
| **Discoloration** | Red, purple, or darkened skin over the painful area. 18 |
| **Temperature** | Does the skin feel notably warmer than the unaffected leg? 19 |
| **Vein Texture** | Are the surface veins distended, hard, or sore to the touch? |

SAFETY BOX: DVT WARNING

If you suspect DVT, DO NOT use vibration devices (MYTREX), DO NOT massage the area, and DO NOT perform deep stretches. Seek immediate medical attention.

### 2.2 Percussive Therapy (MYTREX) Contraindications

While vibration is a powerful tool for inhibition, it carries specific risks that must be respected.

* **Arterial Dissection:** NEVER apply percussive therapy to the anterior (front) or lateral (side) neck. The carotid and vertebral arteries are vulnerable here. Dissection (tearing) of these arteries is a known cause of stroke.20
* **Acute Inflammation:** Do not use on areas that are hot, inflamed, or have open wounds.
* **Bone Prominences:** Avoid direct contact with the shinbone (tibia) or ankle malleolus to prevent periosteal bruising.

### 2.3 The Physiology of Stretching Limits

* **The "Sharp Pain" Rule:** Stretching should induce a sensation of tension or "pulling," never sharp, stabbing, or electric pain. Sharp pain stimulates nociceptors (pain fibers), which trigger a withdrawal reflex. This reflex activates the flexor muscles, increasing spasticity and defeating the purpose of the stretch.23
* **Autonomic Dysreflexia:** In patients with spinal cord involvement or severe autonomic instability, aggressive stretching can trigger a massive sympathetic response (high blood pressure, pounding headache, flushing). If these symptoms occur, stop immediately and sit upright.24

# Part III: The Action Protocol (2026 Edition)

This protocol is distinct from standard exercise lists. It is a phased progression of neurological re-education. You cannot force the nervous system to learn; you can only create the conditions in which it learns.

**How to Use This Protocol:**

* Adhere to the **Checkpoints**. Do not advance to the next phase until the criteria are met.
* Respect the **Safety Notes**.
* Maintain the **Self-Monitoring Log**.

## Phase I: Awakening the Center (Inhibition & Preparation)

**Objective:** Establish Intra-Abdominal Pressure (IAP), normalize hemodynamics, and inhibit RST overactivity to prepare the "canvas" for movement.

### Step 1: Hemodynamic Priming (The "Warm-Up")

**Rationale:** We do not attempt to remodel "cold" steel; we heat it first. The same applies to spastic muscle.

* **Action:** Apply moist heat (hot pack, warm bath) to the calf, hamstring, and foot.
* **Duration:** 10–15 minutes.
* **Target:** Increase local tissue temperature to reduce viscoelastic resistance.5

### Step 2: Myofascial Inhibition (Vibration)

Tool: MYTREX (or similar massage gun).

Settings:

* **Frequency:** Low to Medium (<50 Hz). High frequencies can sometimes facilitate tone; lower frequencies tend to relax.25
* **Duration:** 3–5 minutes per muscle group (Calf, Hamstrings).
* **Technique:** Glide slowly along the muscle belly. Do not dig into the tissue. The goal is sensory saturation to downregulate the stretch reflex, not mechanical breakdown of knots.
* **Safety Note:** Avoid the popliteal fossa (back of the knee) where nerves and vessels are superficial.

### Step 3: The Breath (Restoring IAP)

**Action (The Draw-In Maneuver):**

1. Lie supine (on back) with knees bent.
2. **Inhalation:** Inhale deeply through the nose, focusing on expanding the lower ribcage and abdomen laterally (360-degree expansion).
3. **Exhalation:** Exhale slowly through pursed lips. Imagine drawing the pelvic floor up and the navel toward the spine.
4. **Crucial Constraint:** Do *not* flatten the lower back into the floor. Maintain the natural neutral curve of the lumbar spine.
5. **Feedback:** Place fingers just inside the prominent hip bones (ASIS). You should feel a deep tensioning of the *Transverse Abdominis*—like a sheet being pulled taut, not a bulging contraction.8

**PHASE I CHECKPOINT (Clearance Criteria)**

* [ ] **Safety:** No signs of DVT (pain, swelling, heat) or skin breakdown.
* [ ] **Breath Control:** Can you maintain the "Draw-in" tension (IAP) for **30 seconds** while breathing rhythmically?
* [ ] **Sensory Change:** Does the affected leg feel "lighter," "warmer," or "longer" after the priming routine?

## Phase II: Separating the Signal (Dissociation)

**Objective:** Stop the "all-or-nothing" mass firing pattern (synergy) and begin to dissociate limb movement from trunk stability.

### Step 1: Scientific Static Stretching

Rationale: To engage the CST, we must first mechanically lengthen the muscle to a range where the spindle is not constantly firing.

Protocol:

* **Duration:** **60 seconds minimum** per stretch. Research indicates that durations under 30 seconds are insufficient to reduce spasticity reflex excitability in stroke patients.26 Stress relaxation of the collagen requires time.
* **Sets:** 3 sets.
* **Intensity:** 4/10 on a discomfort scale. "Comfortable tension."
* **Technique (Calf):** Use a towel or slant board. Keep the knee straight to target the Gastrocnemius, then bent to target the Soleus.
* **Safety Note:** No bouncing (ballistic stretching). This triggers the stretch reflex.

### Step 2: The "Dead Bug" (Core-Limb Dissociation)

The Neurology: This exercise challenges the brain to move a limb (CST/RST) while keeping the trunk stable (IAP). It breaks the dependency on the RST for stabilization.

Action:

1. Lie supine, maintaining the IAP established in Phase I.
2. **The Test:** Slowly lift the *unaffected* leg a few inches off the ground.
3. **Observation:** Does the *affected* foot instantly curl, invert, or stiffen? (This is a synkinetic reaction).
4. **Correction:** If the affected foot reacts, the load is too high. Stop. Reset IAP. Try simply unweighting the unaffected heel without lifting it fully.
5. **Goal:** Move the unaffected limb without *any* increase in tone in the affected limb.

**PHASE II CHECKPOINT (Clearance Criteria)**

* [ ] **Range of Motion:** Can the affected ankle be brought to a neutral (90-degree) position passively without sharp pain or hard mechanical blocks?
* [ ] **Dissociation:** Can you perform the Dead Bug (lifting unaffected leg) *without* the affected foot curling or the lower back arching?
* [ ] **Separation:** Can you roll onto your side leading with the shoulder, followed by the hip (segmental rolling), rather than rolling like a log?

## Phase III: Cortical Activation (The Input)

**Objective:** Reconnect the motor cortex (CST) to the *Tibialis Anterior* (TA) without triggering the spastic antagonists (Calf).

### Step 1: Assisted Isolation & Imagery

**Clinical Note on Imagery:** We use imagery (e.g., "melting toes") not because the toes literally melt, but as a heuristic to bypass the blocked voluntary pathways. It may access mirror neuron systems or emotional motor systems to reduce the "noise" of effort.27

**Action:**

1. Sit in a chair, feet flat.
2. **The Fact:** You intend to dorsiflex (lift the foot).
3. **The Image:** Visualize the energy pulling up from the front of the shin, bypassing the ankle joint entirely.
4. **Assistance:** Use your hand (or a helper's hand) to physically assist the toes up as you *think* about moving them. This "Active-Assist" helps close the sensory-motor loop.
5. **The "Quiet" Rule:** If the toes curl or the foot turns in (inversion), you are pushing too hard and activating the RST synergy. **Stop.** Reduce the effort to 10%. Focus on quality, not height.

### Step 2: Weight Bearing with Inhibition (The "Quiet Leg")

**Action:**

1. Sit with the affected foot flat.
2. Lean the trunk forward to bring weight onto the knee.
3. **The Challenge:** Keep the heel down. The stretch reflex will want to pop the heel up (Clonus).
4. **Control:** Use your mind to "spread" the sole of the foot into the floor. Maintain pressure through the heel.

**PHASE III CHECKPOINT (Clearance Criteria)**

* [ ] **Isolation:** Can you initiate a trace contraction of the shin muscle (Tibialis Anterior) *without* the foot immediately turning inward?
* [ ] **Sensation:** Can you distinguish the feeling of fatigue in the *shin* (good) from tension in the *calf* (bad)?
* [ ] **Stability:** Can you accept weight through the seated leg without the heel bouncing (uncontrollable clonus)?

## Phase IV: Functional Integration (Gait)

**Objective:** Integrate the new dissociated control into the complex act of walking.

### Step 1: Stance Control & Hip Extension

Common Compensation: "Hip Hiking" or "Circumduction" (swinging the leg out). This happens because the patient lacks the confidence to shorten the leg (flexion) or clear the toe.28

Action:

1. Stand holding a stable surface.
2. Shift weight entirely onto the *affected* leg.
3. **Key Cue:** "Tall Hip." Squeeze the gluteal muscle of the standing leg. Do not let the hip collapse.
4. **Check:** Is the knee locked back (hyperextended)? Unlock it slightly ("Soft Knee"). A hyperextended knee shuts off the muscles and relies on ligaments, inviting spasticity.

### Step 2: The Heel Strike (Terminal Swing)

**Action:**

1. As you step forward with the affected leg, visualize the *heel* as the target landing gear.
2. **Constraint:** If the toes hit first, the RST is dominant.
3. **Drill:** Practice "Step-To" gait. Step the affected heel down, transfer weight, then step the good foot *to* the same level (not past). Focus entirely on the heel contact quality.

**PHASE IV CHECKPOINT (Clearance Criteria)**

* [ ] **Gait Quality:** Can you take a step without the hip "hiking" up toward the ribcage?
* [ ] **Contact:** Does the heel make contact with the floor before the toes?
* [ ] **Imagery:** Can you visualize the toes "gripping" or pressing the floor inside the shoe during stance?

# Part IV: The Psychological Dimension & Narrative Medicine

Recovery is a bio-psycho-social process. The state of your mind dictates the state of your tone.

## 4.1 Narrative Medicine: Reclaiming Agency

Your recovery is your story. In the traditional medical model, you are a recipient of care. In the "Fundamental Recovery" model, you are the active agent.30

* **The Signal vs. Noise:** View symptoms (spasticity, stiffness) not as failures, but as data. If you wake up stiff, do not judge yourself. Ask: "What is the data telling me? Did I sleep poorly? Is it cold? Am I dehydrated?"
* **The Journey Metaphor:** As emphasized in the feedback, view this as a pilgrimage. There will be mountains (breakthroughs) and valleys (plateaus). A plateau is not the end; it is a period of neural consolidation where the brain writes the new code into permanent memory.

## 4.2 Mindfulness and Neuroplasticity

Mindfulness is not just relaxation; it is an attention regulation tool. Evidence shows that mindfulness training can reduce cortical "noise" and improve motor learning.31

* **Technique:** During Phase I (Hemodynamic Priming), do not watch TV. Close your eyes. Map the sensation of your leg in your brain. Where does the map feel fuzzy? Where is it sharp? This "Somatosensory Mapping" drives neuroplasticity in the sensory cortex, which is required for motor output.

## 4.3 The Daily Self-Monitoring Log

To be a scientist of your own recovery, you must record data.

| **Date** | **AM Stiffness (0-10)** | **Fatigue (0-10)** | **Core Check (Pass/Fail)** | **Achievement of the Day** | **Notes (Weather/Stress)** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Jan 6 | 6 | 4 | Pass | Held heel down for 30s | Cold rainy day. Leg felt tighter. |
| Jan 7 | 4 | 3 | Pass | Felt shin muscle fire | Warmed up for 20 mins extra. |

# Appendix A: Clinical Evidence & Scientific Rationale

### A.1 Evidence Grading and Mechanisms

**Hemodynamic Priming (Heat/Blood Flow)**

* *Evidence Note:* Studies indicate that thermal stimulation combined with conventional therapy yields superior functional recovery compared to therapy alone.5
* *Mechanism:* Heat increases the extensibility of collagen tissues (viscoelasticity) and increases nerve conduction velocity, while cold increases muscle spindle sensitivity (spasticity).6

**Vibration Therapy (Inhibition)**

* *Evidence Note:* Local vibration (around 50-100Hz) has been shown to reduce spasticity in the antagonist muscle via reciprocal inhibition and sensory saturation.25
* *Safety:* Must be used away from major arteries and DVT sites.20

**Core Stability & Distal Mobility**

* *Evidence Note:* There is a strong correlation between trunk control (IAP) and lower limb functional outcomes. 12 weeks of core training significantly improved motor function in severe stroke patients.11
* *Mechanism:* Stabilization of the spine via IAP reduces the CNS need for compensatory limb fixation (RST overactivity).

**Stretching Duration**

* *Evidence Note:* Acute static stretching reduces reflex excitability. However, durations of less than 30-60 seconds may be insufficient for spastic muscles. Prolonged stretching (e.g., 10 minutes) shows the most significant reduction in spasticity, but 60 seconds is a practical minimum for daily repetition.26

### A.2 Fact vs. Heuristic (Clarification)

In this manual, we distinguish between biological facts and useful mental tools.

* **FACT:** The imbalance between the Dorsal Reticulospinal Tract (inhibitory) and Medial Reticulospinal Tract (excitatory) causes spasticity.
* **HEURISTIC (Mental Tool):** Imagery such as "melting," "energy flow," or "breathing into the foot" are cognitive strategies. They do not describe physical reality but are effective methods to access the motor system when voluntary pathways are blocked.

# Appendix B: Glossary of Terms

| **English** | **Japanese (日本語)** | **Definition (定義)** |
| --- | --- | --- |
| **Corticospinal Tract (CST)** | 皮質脊髄路 (CST) | The major motor pathway carrying signals from the motor cortex to the spinal cord. It is essential for skilled, voluntary, fine motor control (e.g., moving toes individually).  大脳皮質の運動野から脊髄へ信号を送る主要な運動経路。随意的で微細な運動制御（例：足の指を個別に動かす）に不可欠です。 |
| **Reticulospinal Tract (RST)** | 網様体脊髄路 (RST) | An evolutionarily ancient pathway originating in the brainstem. It controls posture, gross movements, and anti-gravity tone. It becomes overactive (disinhibited) in stroke, causing spasticity.  脳幹（網様体）に起源を持つ、進化的に古い経路。姿勢、粗大運動、抗重力筋の緊張を制御します。脳卒中後に過活動（脱抑制）となり、痙縮の原因となります。 |
| **Spasticity** | 痙縮 (けいしゅく) | A velocity-dependent increase in muscle tone where muscles stiffen in response to rapid stretching. It is a sign of upper motor neuron damage.  筋肉が急速に伸ばされた際に硬くなる、速度依存性の筋緊張亢進。上位運動ニューロン障害の兆候です。 |
| **Hemodynamics** | 血行動態 (けっこうどうたい) | The dynamics of blood flow. In this manual, it refers to improving blood circulation (warming) to change physical muscle properties from "solid-like" to "fluid-like."  血流の動態。本マニュアルでは、筋肉の物理的性質を「固体状」から「流体状」に変えるために、血流を改善（温める）することを指します。 |
| **Intra-Abdominal Pressure (IAP)** | 腹腔内圧 (IAP) | The pressure within the abdominal cavity generated by the diaphragm, pelvic floor, and abdominal muscles. It acts as a stabilizing cylinder for the spine.  横隔膜、骨盤底筋、腹筋群によって生成される腹腔内の圧力。脊柱を安定させるシリンダー（円筒）として機能します。 |
| **Viscoelasticity** | 粘弾性 (ねんだんせい) | The property of tissue exhibiting both viscous (fluid-like) and elastic (solid-like) characteristics. Warming increases viscosity, making muscle easier to stretch.  粘性（流体）と弾性（固体）の両方の性質を持つ組織の特性。温めることで粘性が低下し、筋肉が伸びやすくなります。 |
| **Deep Vein Thrombosis (DVT)** | 深部静脈血栓症 (DVT) | A blood clot that forms in a deep vein, usually in the leg. It is a medical emergency if it dislodges and travels to the lungs (Pulmonary Embolism).  通常、脚の深部静脈に形成される血栓。剥がれて肺に移動すると肺塞栓症を引き起こすため、医学的な緊急事態となります。 |
| **Clonus** | クローヌス (間代) | A series of involuntary, rhythmic, muscular contractions and relaxations, often seen in the ankle when the foot is pushed up.  不随意でリズミカルな筋肉の収縮と弛緩の繰り返し。足首を急に押し上げた際によく見られます。 |
| **Equinovarus** | 内反尖足 (ないはんせんそく) | A common deformity in stroke where the foot turns inward (inversion) and points downward (plantarflexion).  脳卒中によく見られる変形。足が内側を向き（内反）、下を向く（底屈）状態。 |
| **Reciprocal Inhibition** | 相反抑制 (そうはんよくせい) | A neurological reflex where the contraction of one muscle (agonist) causes the relaxation of the opposing muscle (antagonist).  ある筋肉（主動作筋）が収縮すると、反対側の筋肉（拮抗筋）が弛緩するという神経学的反射。 |
| **Neuroplasticity** | 神経可塑性 (しんけいかそせい) | The brain's ability to reorganize itself by forming new neural connections. Rehabilitation aims to drive this process.  新しい神経結合を形成することによって自らを再編成する脳の能力。リハビリテーションはこのプロセスを促進することを目的とします。 |
| **Tibialis Anterior** | 前脛骨筋 (ぜんけいこつきん) | The muscle located on the front of the shin responsible for dorsiflexion (lifting the foot). It is often weak or "silent" in foot drop.  すねの前面に位置し、背屈（足を持ち上げる）を担当する筋肉。下垂足ではしばしば弱化または「沈黙」しています。 |

*(End of English Report - Japanese Translation Follows)*

# 麻痺足の内反症を克服するための包括的トレーニングマニュアル：血行動態と神経可塑性アプローチ（2026年版）

主題: 脳卒中後の痙縮に対する根本的回復のための最新臨床プロトコル

対象: 脳卒中サバイバー、リハビリテーション専門家、介護者

日付: 2026年1月6日

# 序文：根本治療への旅路

脳卒中、特に麻痺足の内反（equinovarus）の克服は、しばしば「足首が硬い」という局所的な問題に対する機械的な戦いへと矮小化されがちです。しかし、この視点は根本的に限界があります。リハビリテーションの旅は、単に硬くなった組織を緩めることではありません。それは神経の再構築、自己発見、そして身体を通じた「主体性（エージェンシー）」の回復という深遠なプロセスです。

本マニュアルは、足を単独の機械的故障として扱う対症療法的な管理から、血行動態（ヘモダイナミクス）、中枢神経系（CNS）の再編成、そしてナラティブ・メディシン（物語り医療）の心理的側面を統合した「根本治療」モデルへの決定的なパラダイムシフトを提示します。

私たちは、臨床の先生方やレビュアーからの重要なフィードバックを反映させました。「緩めるだけでは不十分であり、正しく力を入力する必要がある」という指摘や、「インナーマッスル」に関する世間一般の誤解を正す必要があります。さらに、本書を単なる個人の体験記ではなく、臨床的に堅牢で再現可能なプロトコルとするため、厳格な「安全アーキテクチャ」と、フェーズごとの進行を判断するための明確な「チェックポイント」を統合しました。

このマニュアルはチェックリストではなく、旅の地図として構成されています。どんな旅にも、急激に進む瞬間もあれば、忍耐を要するプラトー（停滞期）もあります。目指すのは、関節角度の修正だけではなく、身体を通じて「自分自身」を取り戻すことです。

# 第1部：神経生物学的ランドスケープ（理論的背景）

回復への道を歩むには、まずその地形（身体の仕組み）を理解する必要があります。「内反」は問題そのものではなく、中枢神経系の中で起きている、ある二つの主要な運動経路間の「静かなる戦争」の症状に過ぎません。

## 1.1 大きな分断：CST 対 RST

人間の運動システムは階層的な制御によって支配されています。痙縮と足の内反において最も重要なのは、皮質脊髄路（CST）と網様体脊髄路（RST）の力関係です。この区別を理解することが、「医学的事実」と「感覚的な体験」を区別する第一歩です。

### 皮質脊髄路（CST）：微細制御の指揮者

CSTは運動皮質に起源を持ち、進化的に新しく、霊長類やヒトで最も発達しています。これは「分離運動（fractionated movement）」、つまり特定の筋肉を独立させて動かす能力を担っています1。例えば、足首を動かさずに親指だけを動かす、あるいは股関節を曲げずに足首だけを持ち上げる（背屈する）といった動作です。これは随意的で意識的なスキルの経路です。

脳卒中において、CSTはしばしば主要な損傷部位となります。CSTの「配線」が損傷されると、脳は下腿の特定の筋肉、特に足を持ち上げる役割を持つ*前脛骨筋*への直接的で高速な接続を失います。

### 網様体脊髄路（RST）：太古の安定装置

RSTは脳幹（網様体）に起源を持ち、進化的に古い経路です。これは姿勢、粗大運動のシナジー（手足を一つのユニットとして動かすこと）、および抗重力筋の緊張を制御します1。健康な神経系では、CSTがRSTに対して抑制的な影響を与え、安定性が必要になるまでRSTを「静か」に保っています。

痙縮のメカニズム:

脳卒中によってCSTが損傷されると、この抑制制御が失われます。大脳皮質によって抑え込まれなくなったRSTは、脱抑制され、過活動状態になります3。脳幹は身体の不安定さと弱さを感知し、生存モード（サバイバルモード）に切り替わります。脳幹は四肢に対して「安定せよ！」と叫びます。RSTは抗重力筋であるふくらはぎ（腓腹筋・ヒラメ筋）や足指屈筋を発火させ、脚を体重を支えるための硬い柱に変えようとします。その結果、足が内側を向き（内反）、下を向く（底屈）現象が起こります。

臨床的含意（戦略）:

この理解が私たちの戦略を決定づけます。RSTの活動を単にストレッチで「消す」ことはできません。受動的なストレッチは症状（硬さ）に対処するだけで、原因（脳幹の過活動）には対処しません。内反を根本的に治療するには、CSTを再関与（Re-engage）させる必要があります。RSTの生存シナジーを迂回し、皮質の精密で随意的な経路を再活性化することを脳に教える必要があります。これには受動的な操作ではなく、\*能動的（アクティブ）\*な認知的関与が必要です。

## 1.2 治療触媒としての血行動態（ヘモダイナミクス）

旧マニュアルでは「温めること」の重要性が説かれていました。私たちはこれを「血行動態的プライミング（Hemodynamic Priming）」へと昇華させます。これは単なる快適さの問題ではなく、組織の性質を変えるための生理学的な必要条件です。

### 粘弾性の物理学

筋肉組織は粘弾性（Viscoelasticity）を持っています。つまり、固体と液体の両方の性質を持っています。冷えて虚血（血流が悪い）状態の筋肉は、固体のように振る舞います。脆く、硬く、変化に対して抵抗します。一方、温かく血流が良い筋肉は、流体のように振る舞い、柔軟で従順です。

最新のエビデンスは、温熱刺激（ウォーミング）をリハビリと組み合わせることで、機能回復スコアが有意に改善する（運動機能スケールでMD = 6.31ポイント）ことを示唆しています5。メカニズムは二つあります：

1. **機械的:** 熱はコラーゲンや筋線維の粘性を低下させ、より少ない力で伸長することを可能にします（応力緩和）6。
2. **神経的:** 低温は筋紡錘（伸張反射のセンサー）の感度を高めることが示されています。冷えた脚は、すなわち痙縮した脚です6。血行動態を改善することで、脊髄に入る「ノイズ」を減らし、脳が学習するための静かな窓を作り出します。

トーンの微調整:

以前は温めることが「必須条件（Must）」であるとしていましたが、より正確には次のように述べます：血行動態の最適化は、感覚入力を最大化し、リハビリ中の抵抗トルクを最小化するための、極めて有効な戦略であると考えられます。

## 1.3 アンカーとしての体幹：末梢の可動性のための近位の安定性

従来の自己リハビリにおける重大な誤りは、足ばかりに執着することです。しかし、足は運動連鎖の末端に過ぎません。制御は中心から始まります。

### 腹腔内圧（IAP）と「インナーマッスル」の誤解

「インナーマッスル」について、単にお腹を凹ませておくことだという一般的な誤解があります。実際には、コアの安定性は腹腔内圧（IAP）の調整によって成り立っています8。横隔膜、骨盤底筋、腹横筋が協調して働き、加圧されたシリンダーを作り出し、それが腰椎を安定させます。

近位-遠位のリンク（Proximal-Distal Link）:

体幹が不安定であれば、中枢神経系（CNS）はバランスへの脅威を感じます。代償として、CNSはRSTを利用して四肢（腕や脚）の緊張を高め、剛性による安定を作ろうとします10。したがって、「緩んだコア」は直接的に「硬い足」の原因となります。

* **根本治療:** IAPを通じて体幹を確保することで、脳幹に対して「身体は安定している」という信号を送ります。これにより、脚を硬くしようとするRSTの駆動が抑制され、CSTによる随意制御のために足首が「ロック解除」されます11。

# 第2部：安全アーキテクチャとリスク管理

【最重要：安全第一】

本マニュアルは患者の自律性を推奨しますが、自律には責任が伴います。以下のリスクは現実のものであり、生命に関わる可能性があります。このセクションは、厳格な医学的レビューに基づいて拡張されました。

### 2.1 深部静脈血栓症（DVT）プロトコル

脳卒中サバイバーは、麻痺や不動により、脚の深部静脈に血栓ができる深部静脈血栓症（DVT）のリスクが著しく高くなります13。DVTがある脚に振動療法（マッサージガン）や強力なストレッチを行うと、血栓が剥がれ、致命的な肺塞栓症（PE）を引き起こす可能性があります。

アセスメント：DVTのレッドフラッグ（危険信号）

毎回のセッション前に、以下の兆候を確認してください。もし該当する場合は、直ちに中止してください。

| **症状** | **説明** |
| --- | --- |
| **片側の腫れ** | 片方の脚がもう片方よりも明らかに腫れていませんか？ 16 |
| **痛み/圧痛** | ふくらはぎや太ももの脈打つような、つるような、あるいは深い痛み。立つ・歩くと悪化することが多い。17 |
| **変色** | 痛みのある部位の皮膚が赤、紫、あるいは黒ずんでいませんか？ 18 |
| **熱感** | その脚の皮膚は、良い方の脚よりも明らかに熱いですか？ 19 |
| **静脈の質感** | 表面の静脈が浮き出たり、硬くなったり、触ると痛かったりしませんか？ |

【安全ボックス：DVT警告】

DVTが疑われる場合は、絶対に振動デバイス（MYTREX）を使用せず、その部位をマッサージしたり、深いストレッチを行ったりしないでください。直ちに医師の診察を受けてください。

### 2.2 振動療法（MYTREX）の禁忌

振動は抑制のための強力なツールですが、尊重すべき特定のリスクがあります。

* **動脈解離:** 首の前側（前面）や側面（外側面）には**絶対に**パーカッション療法を行わないでください。ここには頸動脈や椎骨動脈があります。これらの動脈の解離（裂けること）は脳卒中の既知の原因です20。
* **急性炎症:** 熱を持っている部位、炎症がある部位、開いた傷がある部位には使用しないでください。
* **骨の隆起:** 骨膜の打撲を防ぐため、脛骨（すねの骨）や足首のくるぶしへの直接的な接触は避けてください。

### 2.3 ストレッチの限界の生理学

* **「鋭い痛み」のルール:** ストレッチは「伸張感」や「引っ張られる感じ」をもたらすべきであり、鋭い、刺すような、電気的な痛みであってはなりません。鋭い痛みは侵害受容体（痛みのセンサー）を刺激し、逃避反射（Withdrawal reflex）を引き起こします。この反射は屈筋を活性化させ、逆に痙縮を強めてしまいます23。
* **自律神経過反射:** 脊髄損傷を伴う場合や、自律神経が著しく不安定な場合、攻撃的なストレッチは大規模な交感神経反応（高血圧、激しい頭痛、顔面紅潮）を引き起こす可能性があります。これらの症状が出た場合は、直ちに中止して上体を起こしてください24。

# 第3部：アクション・プロトコル（2026年版）

このプロトコルは、単なる体操のリストとは一線を画します。これは神経学的再教育の段階的な進行（フェーズ）です。神経系に学習を強制することはできません。学習が起こるための「条件」を整えることしかできません。

**このプロトコルの使い方:**

* **チェックポイント**を遵守してください。基準を満たすまで次のフェーズに進まないでください。
* **安全上の注意**を尊重してください。
* **セルフモニタリング日誌**をつけてください。

## フェーズ I：中心の覚醒（抑制と準備）

**目的:** 腹腔内圧（IAP）を確立し、血行動態を正常化し、RSTの過活動を抑制して、運動のための「キャンバス」を準備する。

### ステップ 1：血行動態的プライミング（ウォームアップ）

**根拠:** 私たちは「冷えた」鋼鉄を加工しようとはしません。まずは熱します。痙縮筋も同じです。

* **アクション:** 湿熱（ホットパック、温浴）をふくらはぎ、ハムストリングス、足に適用します。
* **時間:** 10〜15分間。
* **ターゲット:** 局所の組織温度を上げ、粘弾性抵抗を低下させる5。

### ステップ 2：筋膜抑制（振動）

ツール: MYTREX（または類似のマッサージガン）。

設定:

* **周波数:** 低〜中（50Hz未満）。高周波数は時に緊張を促進することがありますが、低周波数はリラックスさせる傾向があります25。
* **時間:** 1筋群（ふくらはぎ、ハムストリングス）につき3〜5分。
* **テクニック:** 筋腹に沿ってゆっくりと滑らせます。組織に押し込まないでください。目的は感覚的な飽和によって伸張反射をダウンレギュレーションすることであり、物理的にコリを破壊することではありません。
* **安全上の注意:** 神経や血管が浅い場所にある膝窩（膝の裏）は避けてください。

### ステップ 3：呼吸（IAPの回復）

**アクション（ドローイン法）:**

1. 仰向けになり（膝を立てて）ます。
2. **吸気:** 鼻から深く息を吸い、肋骨の下部とお腹が横方向にも広がる（360度拡張）ように意識します。
3. **呼気:** すぼめた口からゆっくりと息を吐きます。骨盤底を引き上げ、おへそを背骨の方へ引き込むイメージを持ちます。
4. **重要な制約:** 腰を床に押し付けて平らにしては*いけません*。腰椎の自然なカーブ（ニュートラル）を維持してください。
5. **フィードバック:** 腰骨の出っ張り（ASIS）の内側に指を置きます。膨らむのではなく、シーツがピンと張るような、*腹横筋*の深い緊張を感じるはずです8。

**【フェーズ I チェックポイント（合格基準）】**

* [ ] **安全性:** DVTの兆候（痛み、腫れ、熱感）や皮膚トラブルがない。
* [ ] **呼吸制御:** リズミカルに呼吸を続けながら、「ドローイン（お腹の引き込み）」の緊張を**30秒間**維持できるか？
* [ ] **感覚の変化:** プライミング・ルーチンの後、麻痺足が「軽く」、「温かく」、あるいは「長く」感じるか？

## フェーズ II：信号の分離（分離運動）

**目的:** 「全か無か」の集団発火パターン（シナジー）を止め、四肢の動きを体幹の安定性から切り離す（分離する）。

### ステップ 1：科学的静的ストレッチ

根拠: CSTを関与させるには、まず筋紡錘が常に発火しない範囲まで、機械的に筋肉を伸ばす必要があります。

プロトコル:

* **時間:** 1回につき**最低60秒間**。30秒未満のストレッチでは、脳卒中患者の痙縮反射の興奮性を低下させるのに不十分であるという研究結果があります26。コラーゲンの応力緩和には時間がかかります。
* **セット数:** 3セット。
* **強度:** 不快感スケールで4/10。「心地よい張り」。
* **テクニック（ふくらはぎ）:** タオルや傾斜台を使用します。膝を伸ばして腓腹筋を、膝を曲げてヒラメ筋をターゲットにします。
* **安全上の注意:** バウンシング（反動をつけるストレッチ）は禁止です。伸張反射を誘発します。

### ステップ 2：デッドバグ（体幹と四肢の分離）

神経学: このエクササイズは、体幹を安定（IAP）させたまま四肢を動かす（CST/RST）という課題を脳に与えます。安定性をRSTに依存するパターンを断ち切ります。

アクション:

1. フェーズ I で確立したIAPを維持して仰向けになります。
2. **テスト:** *良い方の*足を床から数センチゆっくりと持ち上げます。
3. **観察:** *麻痺側の*足が瞬時に丸まったり、内反したり、硬くなったりしませんか？（これが連合反応です）。
4. **修正:** もし麻痺足が反応するなら、負荷が高すぎます。中止してください。IAPをリセットします。足を完全に上げるのではなく、単に良い方のかかとの重さを抜くだけにしてみてください。
5. **ゴール:** 麻痺側の緊張を*全く*高めることなく、良い方の手足を動かせること。

**【フェーズ II チェックポイント（合格基準）】**

* [ ] **可動域:** 鋭い痛みや硬い機械的なブロックなしに、他動的に麻痺足首を中間位（90度）まで持ってこれるか？
* [ ] **分離:** 麻痺足が丸まったり腰が反ったりすることなく、デッドバグ（良い方の足上げ）ができるか？
* [ ] **分節的動作:** 丸太のように転がるのではなく、肩から先に動き、次に腰がついてくるような「寝返り」ができるか？

## フェーズ III：皮質の活性化（入力）

**目的:** 痙縮する拮抗筋（ふくらはぎ）を刺激することなく、運動皮質（CST）を*前脛骨筋*（TA）に再接続する。

### ステップ 1：アシスト付き分離運動とイメージ

**イメージに関する臨床的注記:** 私たちが「足指が溶ける」といったイメージ（Imagery）を使うのは、実際に足指が溶けるからではありません。随意的な経路がブロックされているときに、ミラーニューロン系や情動運動系にアクセスして努力による「ノイズ」を減らすための、ヒューリスティック（発見的）なツールだからです27。

**アクション:**

1. 椅子に座り、足を床につけます。
2. **事実:** あなたは背屈（足を持ち上げる）しようと意図します。
3. **イメージ:** 足首の関節を無視して、すねの前側からエネルギーが引き上げられるのを視覚化します。
4. **アシスト:** あなたが動かそうと*考える*と同時に、手（または介助者の手）を使って物理的につま先を持ち上げます。この「自動介助運動」が感覚運動ループを閉じるのを助けます。
5. **「静寂」のルール:** もし足指が丸まったり、足が内側に向いたり（内反）したら、あなたは強く力を入れすぎており、RSTシナジーを活性化させています。**止まってください。** 努力を10%に減らします。高さではなく、質に集中してください。

### ステップ 2：抑制を伴う荷重（「静かな脚」）

**アクション:**

1. 麻痺足を床につけて座ります。
2. 体重を膝に乗せるように上体を前に傾けます。
3. **チャレンジ:** かかとを床につけたままにします。伸張反射はかかとを跳ね上げようとします（クローヌス）。
4. **制御:** 意識を使って、足の裏を床に「広げる」ようにイメージします。かかとへの圧力を維持します。

**【フェーズ III チェックポイント（合格基準）】**

* [ ] **分離:** 足が即座に内側を向くことなく、すねの筋肉（前脛骨筋）のわずかな収縮を開始できるか？
* [ ] **感覚:** *すね*の疲労感（良い）と、*ふくらはぎ*の緊張（悪い）を区別できるか？
* [ ] **安定性:** 座った状態で脚に体重をかけても、かかとがバウンド（制御不能なクローヌス）しないか？

## フェーズ IV：機能的統合（歩行）

**目的:** 新たに獲得した分離制御を、歩行という複雑な動作に統合する。

### ステップ 1：立脚制御と股関節伸展

よくある代償: 「ヒップハイキング（骨盤の引き上げ）」や「ぶん回し」。これは、脚を短くする（屈曲）自信がない、あるいはつま先が引っかかるのを恐れるために起こります28。

アクション:

1. 安定した手すりなどにつかまって立ちます。
2. 体重を完全に*麻痺側*に移します。
3. **重要なキュー:** 「高い腰（Tall Hip）」。立っている脚のお尻の筋肉を締めます。腰が落ちないようにします。
4. **確認:** 膝が後ろにロック（過伸展）していませんか？ わずかに膝を緩めます（ソフト・ニー）。過伸展した膝は筋肉をオフにし、靭帯に依存させるため、痙縮を招きます。

### ステップ 2：ヒールストライク（遊脚終期）

**アクション:**

1. 麻痺足を一歩前に出すとき、*かかと*を着陸装置のターゲットとして視覚化します。
2. **制約:** つま先が先に着いたら、RSTが優位になっています。
3. **ドリル:** 「ステップ・トゥ（揃え型）」歩行を練習します。麻痺側のかかとを下ろし、体重を移動させ、良い方の足を同じレベルまで（追い越さずに）揃えます。かかとの接地感覚のみに集中します。

**【フェーズ IV チェックポイント（合格基準）】**

* [ ] **歩行の質:** 骨盤を肋骨の方へ「引き上げる」ことなく一歩を踏み出せるか？
* [ ] **接地:** つま先よりも先に、かかとが床に接触しているか？
* [ ] **イメージ:** 立っている間、靴の中で足指が床を「掴む」あるいは押している感覚をイメージできるか？

# 第4部：心理的側面とナラティブ・メディシン

回復は「生物・心理・社会」的なプロセスです。心の状態が、筋緊張の状態を決定します。

## 4.1 ナラティブ・メディシン：主体性の回復

あなたの回復は、あなたの物語です。従来の医療モデルでは、あなたはケアの受け手でした。「根本治療」モデルでは、あなたは能動的な主体（エージェンシー）です30。

* **シグナル対ノイズ:** 症状（痙縮、こわばり）を失敗としてではなく、データとして見てください。朝起きて体が硬くても、自分を裁かないでください。こう問いかけましょう。「データは何を教えている？ 睡眠不足か？ 寒いのか？ 水分不足か？」
* **旅のメタファー:** フィードバックで強調されたように、これを巡礼の旅として捉えてください。山（ブレイクスルー）もあれば、谷（プラトー）もあります。プラトーは終わりではありません。脳が新しいコードを長期記憶に書き込んでいる「定着期間」なのです。

## 4.2 マインドフルネスと神経可塑性

マインドフルネスは単なるリラクゼーションではありません。それは注意制御のツールです。マインドフルネス・トレーニングが皮質の「ノイズ」を減らし、運動学習を向上させるというエビデンスがあります31。

* **テクニック:** フェーズ I（血行動態的プライミング）の間、テレビを見ないでください。目を閉じます。脳内の脚の感覚マップをスキャンします。どこがぼやけていますか？ どこが鮮明ですか？ この「体性感覚マッピング」が、運動出力に必要な感覚皮質の可塑性を促進します。

## 4.3 セルフモニタリング日誌

自らの回復の科学者になるために、データを記録してください。

| **日付** | **朝のこわばり (0-10)** | **疲労度 (0-10)** | **コア確認 (合格/不合格)** | **今日の達成事項** | **メモ (天気/ストレス)** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1月6日 | 6 | 4 | 合格 | かかとを30秒維持できた | 雨で寒い。脚が硬く感じた。 |
| 1月7日 | 4 | 3 | 合格 | すねの筋肉の発火を感じた | 入念に20分温めた。 |

# 付録 A: 臨床エビデンスと科学的根拠

### A.1 エビデンスの評価とメカニズム

**血行動態的プライミング（温熱/血流）**

* *エビデンス:* 温熱刺激を従来の療法と組み合わせることで、単独療法よりも優れた機能回復が得られることが研究で示されています5。
* *メカニズム:* 熱はコラーゲン組織の伸展性（粘弾性）を高め、神経伝導速度を上げます。一方、寒冷は筋紡錘の感度（痙縮）を高めます6。

**振動療法（抑制）**

* *エビデンス:* 局所振動（約50-100Hz）は、相反抑制と感覚飽和を通じて拮抗筋の痙縮を減少させることが示されています25。
* *安全性:* 主要な動脈やDVT部位からは避けて使用しなければなりません20。

**コアスタビリティと末梢の可動性**

* *エビデンス:* 体幹制御（IAP）と下肢の機能的予後には強い相関があります。重度の脳卒中患者において、12週間のコアトレーニングは運動機能を有意に改善しました11。
* *メカニズム:* IAPによる脊柱の安定化は、代償的な四肢の固定（RSTの過活動）に対するCNSの必要性を減少させます。

**ストレッチの時間**

* *エビデンス:* 急性の静的ストレッチは反射の興奮性を低下させます。しかし、30〜60秒未満の時間では、痙縮筋に対しては不十分である可能性があります。長時間のストレッチ（例：10分）が最も有意な痙縮減少を示しますが、毎日の反復には60秒が実用的な最低ラインです26。

### A.2 事実とヒューリスティック（明確化）

本マニュアルでは、生物学的な事実と、有用なメンタルツールを区別しています。

* **事実:** 背側網様体脊髄路（抑制系）と内側網様体脊髄路（興奮系）の不均衡が痙縮を引き起こします。
* **ヒューリスティック（メンタルツール）:** 「溶ける」「エネルギーの流れ」「足に呼吸を入れる」といったイメージは認知的戦略です。これらは物理的現実を記述しているわけではありませんが、随意的経路がブロックされているときに運動システムにアクセスするための有効な方法です。

# 付録 B: 用語集 (Glossary of Terms)

| **English** | **Japanese (日本語)** | **Definition (定義)** |
| --- | --- | --- |
| **Corticospinal Tract (CST)** | 皮質脊髄路 (CST) | The major motor pathway carrying signals from the motor cortex to the spinal cord. It is essential for skilled, voluntary, fine motor control (e.g., moving toes individually).  大脳皮質の運動野から脊髄へ信号を送る主要な運動経路。随意的で微細な運動制御（例：足の指を個別に動かす）に不可欠です。 |
| **Reticulospinal Tract (RST)** | 網様体脊髄路 (RST) | An evolutionarily ancient pathway originating in the brainstem. It controls posture, gross movements, and anti-gravity tone. It becomes overactive (disinhibited) in stroke, causing spasticity.  脳幹（網様体）に起源を持つ、進化的に古い経路。姿勢、粗大運動、抗重力筋の緊張を制御します。脳卒中後に過活動（脱抑制）となり、痙縮の原因となります。 |
| **Spasticity** | 痙縮 (けいしゅく) | A velocity-dependent increase in muscle tone where muscles stiffen in response to rapid stretching. It is a sign of upper motor neuron damage.  筋肉が急速に伸ばされた際に硬くなる、速度依存性の筋緊張亢進。上位運動ニューロン障害の兆候です。 |
| **Hemodynamics** | 血行動態 (けっこうどうたい) | The dynamics of blood flow. In this manual, it refers to improving blood circulation (warming) to change physical muscle properties from "solid-like" to "fluid-like."  血流の動態。本マニュアルでは、筋肉の物理的性質を「固体状」から「流体状」に変えるために、血流を改善（温める）することを指します。 |
| **Intra-Abdominal Pressure (IAP)** | 腹腔内圧 (IAP) | The pressure within the abdominal cavity generated by the diaphragm, pelvic floor, and abdominal muscles. It acts as a stabilizing cylinder for the spine.  横隔膜、骨盤底筋、腹筋群によって生成される腹腔内の圧力。脊柱を安定させるシリンダー（円筒）として機能します。 |
| **Viscoelasticity** | 粘弾性 (ねんだんせい) | The property of tissue exhibiting both viscous (fluid-like) and elastic (solid-like) characteristics. Warming increases viscosity, making muscle easier to stretch.  粘性（流体）と弾性（固体）の両方の性質を持つ組織の特性。温めることで粘性が低下し、筋肉が伸びやすくなります。 |
| **Deep Vein Thrombosis (DVT)** | 深部静脈血栓症 (DVT) | A blood clot that forms in a deep vein, usually in the leg. It is a medical emergency if it dislodges and travels to the lungs (Pulmonary Embolism).  通常、脚の深部静脈に形成される血栓。剥がれて肺に移動すると肺塞栓症を引き起こすため、医学的な緊急事態となります。 |
| **Clonus** | クローヌス (間代) | A series of involuntary, rhythmic, muscular contractions and relaxations, often seen in the ankle when the foot is pushed up.  不随意でリズミカルな筋肉の収縮と弛緩の繰り返し。足首を急に押し上げた際によく見られます。 |
| **Equinovarus** | 内反尖足 (ないはんせんそく) | A common deformity in stroke where the foot turns inward (inversion) and points downward (plantarflexion).  脳卒中によく見られる変形。足が内側を向き（内反）、下を向く（底屈）状態。 |
| **Reciprocal Inhibition** | 相反抑制 (そうはんよくせい) | A neurological reflex where the contraction of one muscle (agonist) causes the relaxation of the opposing muscle (antagonist).  ある筋肉（主動作筋）が収縮すると、反対側の筋肉（拮抗筋）が弛緩するという神経学的反射。 |
| **Neuroplasticity** | 神経可塑性 (しんけいかそせい) | The brain's ability to reorganize itself by forming new neural connections. Rehabilitation aims to drive this process.  新しい神経結合を形成することによって自らを再編成する脳の能力。リハビリテーションはこのプロセスを促進することを目的とします。 |
| **Tibialis Anterior** | 前脛骨筋 (ぜんけいこつきん) | The muscle located on the front of the shin responsible for dorsiflexion (lifting the foot). It is often weak or "silent" in foot drop.  すねの前面に位置し、背屈（足を持ち上げる）を担当する筋肉。下垂足ではしばしば弱化または「沈黙」しています。 |

#### Works cited

1. Distinct and complementary roles of corticospinal and corticoreticulospinal pathways in motor behaviors post stroke | Journal of Neurophysiology | American Physiological Society, accessed January 6, 2026, <https://journals.physiology.org/doi/10.1152/jn.00068.2025>
2. Identifying the role of the reticulospinal tract for strength and motor recovery: A scoping review of nonhuman and human studies, accessed January 6, 2026, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10359156/>
3. Effect of corticospinal and reticulospinal tract damage on spastic muscle tone and mobility: a retrospective observational MRI study - PubMed Central, accessed January 6, 2026, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12256215/>
4. Corticoreticular Tract in the Human Brain: A Mini Review - PMC - PubMed Central, accessed January 6, 2026, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6868423/>
5. The Effectiveness of Thermal Stimulation Plus Conventional Therapy for Functional Recovery After Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis - NIH, accessed January 6, 2026, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11594389/>
6. Different Effects of Cold Stimulation on Reflex and Non-Reflex Components of Poststroke Spastic Hypertonia - Frontiers, accessed January 6, 2026, <https://www.frontiersin.org/journals/neurology/articles/10.3389/fneur.2017.00169/full>
7. 5 Ways To Avoid Spasticity | Pacific Neuroscience Institute, accessed January 6, 2026, <https://www.pacificneuroscienceinstitute.org/blog/movement-disorders/5-ways-to-avoid-spasticity/>
8. Effects of “Taking the Waist as the Axis” Therapy on trunk postural control disorder after stroke: A randomized controlled trial - Frontiers, accessed January 6, 2026, <https://www.frontiersin.org/journals/aging-neuroscience/articles/10.3389/fnagi.2023.1040277/full>
9. Effect of core stabilization exercises in addition to conventional therapy in improving trunk mobility, function, ambulation and quality of life in stroke patients: a randomized controlled trial - PMC - NIH, accessed January 6, 2026, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8991663/>
10. Enhancing postural control in stroke patients: advances in mechanisms and functional recovery analysis of core stability training - PubMed Central, accessed January 6, 2026, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12267367/>
11. Effect of Core Exercises on Motor Function Recovery in Stroke Survivors with Very Severe Motor Impairment - MDPI, accessed January 6, 2026, <https://www.mdpi.com/2308-3425/10/2/50>
12. Evaluating core stability training-based combination therapies for lower extremity dysfunction post-stroke: a systematic review and network meta-analysis - PMC - PubMed Central, accessed January 6, 2026, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12288210/>
13. DVT Prevention: Intermittent Pneumatic Compression Devices | Johns Hopkins Medicine, accessed January 6, 2026, <https://www.hopkinsmedicine.org/health/treatment-tests-and-therapies/dvt-prevention-intermittent-pneumatic-compression-devices>
14. Preventing Deep Vein Thrombosis After Stroke: Strategies and Recommendations - NIH, accessed January 6, 2026, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3207135/>
15. Deep Vein Thrombosis in Acute Stroke - A Systemic Review of the Literature - PMC, accessed January 6, 2026, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5825043/>
16. DVT (deep vein thrombosis) - NHS, accessed January 6, 2026, <https://www.nhs.uk/conditions/deep-vein-thrombosis-dvt/>
17. Deep vein thrombosis (DVT) - Symptoms & causes - Mayo Clinic, accessed January 6, 2026, <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/deep-vein-thrombosis/symptoms-causes/syc-20352557>
18. Symptoms and Diagnosis of Venous Thromboembolism - American Heart Association, accessed January 6, 2026, <https://www.heart.org/en/health-topics/venous-thromboembolism/symptoms-and-diagnosis-of-vte>
19. 6 Early Signs of DVT & What You Can Do - Vein Centre, accessed January 6, 2026, <https://veinreliever.com/6-early-signs-of-dvt/>
20. Case Report: Vertebral Artery Dissection After Use of Handheld Massage Gun - PMC - NIH, accessed January 6, 2026, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9197740/>
21. You asked, we answered: Can using a massage gun on your neck cause a stroke?, accessed January 6, 2026, <https://www.nebraskamed.com/health/questions-and-answers/stroke/you-asked-we-answered-can-using-a-massage-gun-on-your-neck>
22. Traumatic Vertebral Artery Dissection from Repetitive and Prolonged Use of a Handheld Massage Gun (P7-5.029) - Neurology.org, accessed January 6, 2026, <https://www.neurology.org/doi/10.1212/WNL.0000000000204972>
23. Stretching exercises in managing spasticity: effectiveness, risks, and adjunct therapies - NIH, accessed January 6, 2026, <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11264228/>
24. Autonomic Dysreflexia (AD): What It Is, Symptoms & Treatment - Cleveland Clinic, accessed January 6, 2026, <https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/24378-autonomic-dysreflexia-ad>
25. Different Protocols for Low Whole-Body Vibration Frequency for Spasticity and Physical Performance in Children with Spastic Cerebral Palsy - PubMed, accessed January 6, 2026, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36980015/>
26. Effect of acute static stretch on maximal muscle performance: a systematic review - PubMed, accessed January 6, 2026, <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21659901/>
27. Current knowledge on selected rehabilitative methods used in post-stroke recovery, accessed January 6, 2026, <https://rehmed.pl/article/01.3001.0011.6823/en>
28. A Longitudinal Study of Physical Function Factors Related to Lower Limb Circumduction During Gait in Acute Stroke Patients with Hemiparesis - MDPI, accessed January 6, 2026, <https://www.mdpi.com/1424-8220/25/23/7309>
29. Reducing Circumduction and Hip Hiking During Hemiparetic Walking Through Targeted Assistance of the Paretic Limb Using a Soft Robotic Exosuit. - Lifeward, accessed January 6, 2026, <https://golifeward.com/resource/reducing-circumduction-and-hip-hiking-during-hemiparetic-walking-through-targeted-assistance-of-the-paretic-limb-using-a-soft-robotic-exosuit/>
30. Narrative Medicine: The Power of Shared Stories to Enhance Inclusive Clinical Care, Clinician Well-Being, and Medical Education | The Permanente Journal, accessed January 6, 2026, <https://www.thepermanentejournal.org/doi/10.7812/TPP/23.116>
31. How Mindfulness Can Help Your Recovery From Stroke - Myomo, accessed January 6, 2026, <https://myomo.com/how-mindfulness-can-help-your-recovery-from-stroke-3/>
32. Prolonged static muscle stretch reduces spasticity - ResearchGate, accessed January 6, 2026, <https://www.researchgate.net/publication/279701984_Prolonged_static_muscle_stretch_reduces_spasticity>