

末梢循環障害の理学療法

呼吸循環代謝系理学療法演習

木村 朗

末梢循環障害

- 末梢循環障害 = × 疾患
- 四肢の循環が障害されている場合を指す表現のこと

末梢循環障害

- 4つのパートに分けて考える
 - 1 動脈疾患
 - 2 静脈性疾患
 - 3 動脈と静脈の両方を含む疾患
 - 4 リンパ系疾患

動脈疾患の運動療法

動脈疾患における安静長期の安静は好ましくない。

原則

漸増的(少しづつ)運動の増量を行う
セラピストや家族によって実行するようにもっていく
患肢のみならず全身の運動を行う

自動運動によって合併症が発生しなければ、
抵抗運動を加える

＊ 心・肺の症状を慎重に判断しながら実施

リンパ系疾患の運動療法

- 浅層と深層
 - 筋収縮・マッサージ・炎症性変化により著しい影響を受ける
(先天性のリンパ浮腫は除く)
- 原則
- 二次性リンパ浮腫に対して
- まず、運動、自動運動が行えない場合、患肢拳上とマッサージが有効

血栓性静脈炎の運動療法

- 静脈疾患は従来、日本では少ないとされた
- 欧米では相当に広く認められる

- 1990年代—安静療法のリスクが訴えられる
- 2000年代—運動療法が提案され始める

現在—エコノミークラス症候群予防運動療法が提唱されている＞エビデンスは不十分

原則

筋収縮の繰り返しによる静脈系の圧迫

2. 末梢循環障害のリハビリテーション

1. 四肢末梢循環状態の評価

疾病の病態生理を理解する
理解に立って治療方針を立てる

リハビリテーションプログラムの立案
障害の程度の評価が必要

評価を困難にさせる理由

- 組織循環血液量(リンパ流量)の測定方法が未確立
- 組織循環血液量は絶えず変動している

- 組織ごとに循環の特異性を有する
- 中枢のコントロールとは別に末梢代謝産物により変動する割合が大きい
- 臨床的に愁訴を有する程度の循環障害でも安静時の循環血液量は明らかな低下を示さないことがあり、運動負荷を加えて初めて有意の低下を認める場合がある。

1. 皮膚循環の支配機構

- 皮膚循環
- 毛細血管床
- 交感神経性血管収縮線維による皮膚循環コントロール
- 骨格筋の血管と異なり皮膚血管は交感神経の影響を除くと最大限にまで拡張する
- > 皮膚に血管拡張性神経の存在はなく、
神経支配のない γ -effectorが存在

Axon reflex

- 神経末梢部分の刺激＞血管拡張
- Stroking massage(表面軽擦法)による皮膚循環の増加として認められる
- 一時的血流遮断後、解放すると著しい血管拡張反応性充血を示す＞代謝性血管拡張物質が関与していることを示す

- 皮膚局部を温める＞血管拡張が生じる

血管への熱の直接作用というよりむしろ、中枢性のreflexを通してconstrictor tone（圧縮緊張）の解放が生じる

視床下部の温度調節中枢が関与し、交感神経血管収縮線維を通して、支配が低下した結果生じる

筋肉循環の支配機構

- 骨格筋の血管は二重交感神経支配を受ける
 - 1 交感神経性血管収縮線維は典型的な α -receptorをactivateする
(全身の動脈血圧を維持する機構に参加)
 - 2 交感神経性血管拡張線維は典型的なcholinergic γ -receptorを通じて活動し、血管の拡張をもたらす(atropineによって容易にブロックされる) > 骨格筋に限って存在

- 中枢は延髄の血管運動中枢とは別系統
（小脳の関与説が濃厚）

Ex. 下肢を持ち上げて起こってくる前腕の筋群
の血管拡張は実験的に証明される＞血管拡張
線維を介すと考えられている

骨格筋における血流増加機序

- 1 交感神経性血管収縮作用からの解放
2から3倍の血流増加
- 2 交感神経性血管拡張作用の活性化
5から6倍の血流増加
- 3 β -effectorの活性化
- 4 運動直後に現れる血流増加

2000年以前のPTの教科書には、本体不明の代謝産物と記述されてきた>ATPやADPの作用は少量でも強烈的な拡張を起こす>

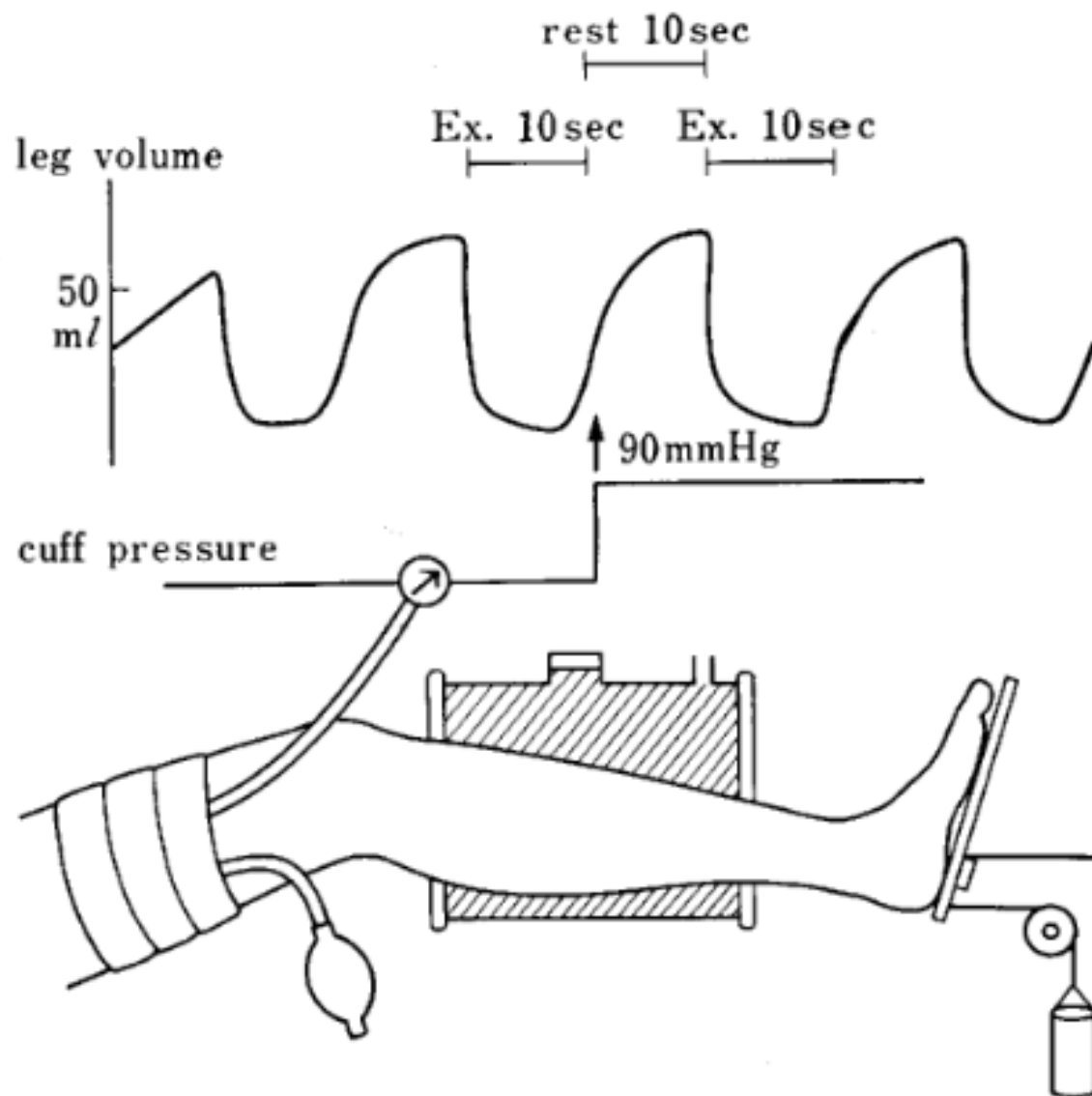
運動由来の刺激に基づく反応として、血管床へのずり応力刺激に応答したNO(一酸化窒素)の発生作用が大きいことが判明

この作用は6から10倍、それ以上の血流増加

- 四肢を通る血流は運動の途中よりも運動を中止したあとのほうが大きい
- 一方、骨格筋を収縮させることで血管を圧迫すると、静脈血をポンプ作用で押し出していることがわかる

BarcroftとSwanの実験

- 下肢の自動運動収縮運動をさせながら、下腿における血流量の変化を追跡。
- 10秒間に1秒1回の割合で筋収縮をさせ、その次の10秒間は休むという方法。
- 大腿部に90mmHgの圧をかけておく、下肢筋収縮運動により静止中、一時増加したうっ血による下腿血液は上方に絞り出されて元のレベルに戻る



muscular pumping mechanism
(Barcroft と Swan による)

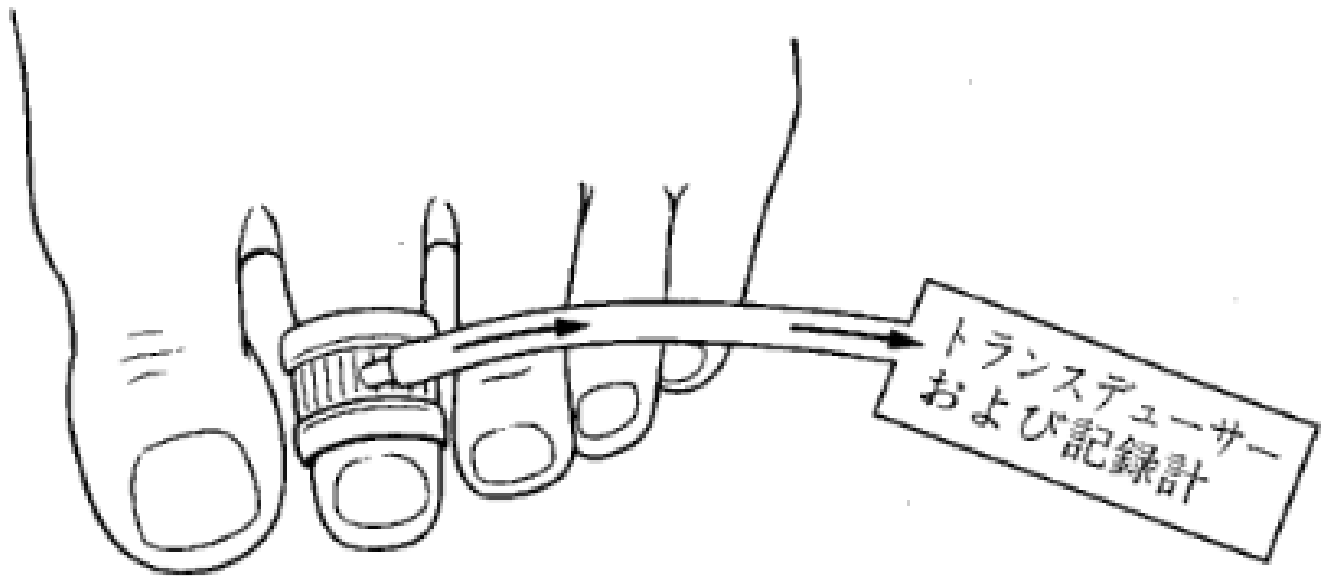
- 骨格筋収縮が90mmHgの圧でふくれた静脈圧を圧力に抗して絞り出すことができることを示す。
- 下垂した四肢のうっ血の改善のために筋収縮運動の果たす役割が示唆される。
- 歩行運動の血行力学上の意味がうかがわれる。

四肢末梢循環障害の臨床的評価法

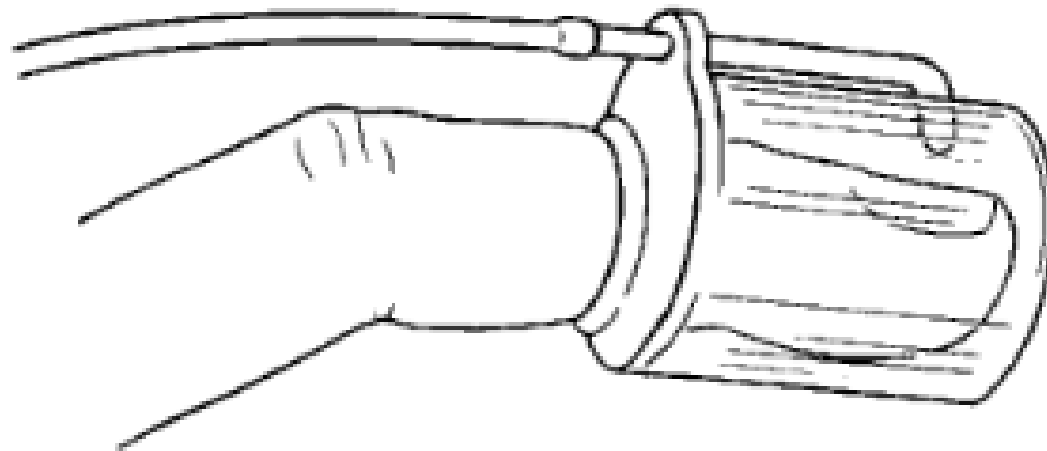
- 1 plethysmography
- 2 arteriography
- 3 venography
- 4 ergography
- 5 radioisotope
- 6 皮膚温度測定

1 plethysmography

- 組織の量的変化を記録し、その部分の循環量を調べるのに便利な方法
- 組織量の変化を捕え、電気的あるいは機械的エネルギーに変換記録するもの
- Photoelectric plethysmography > 皮膚表面に光を当てて反射光をphototubeに捕え、これを増幅して記録する
 - > この時の数値は皮膚血流に比例する



segmental plethysmography

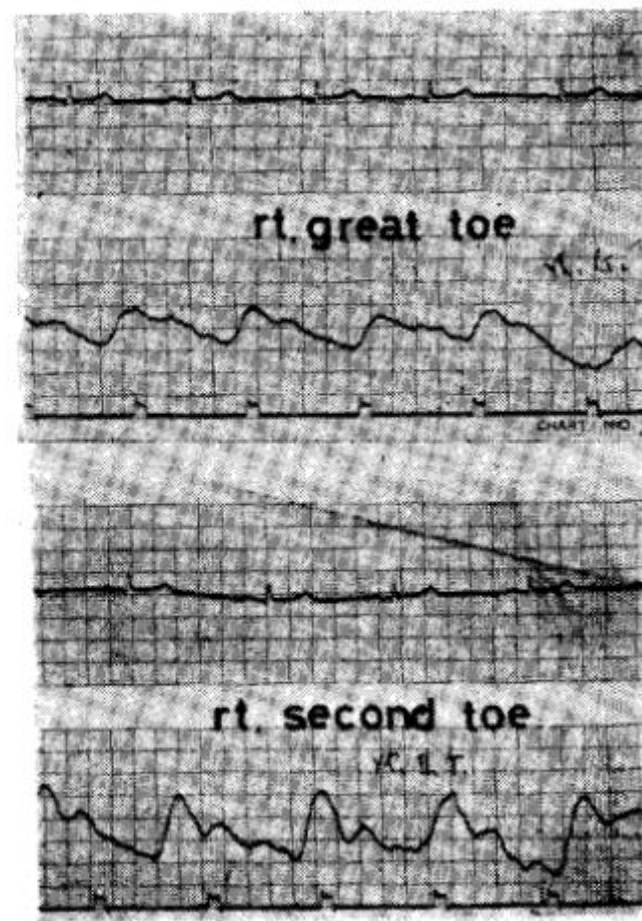
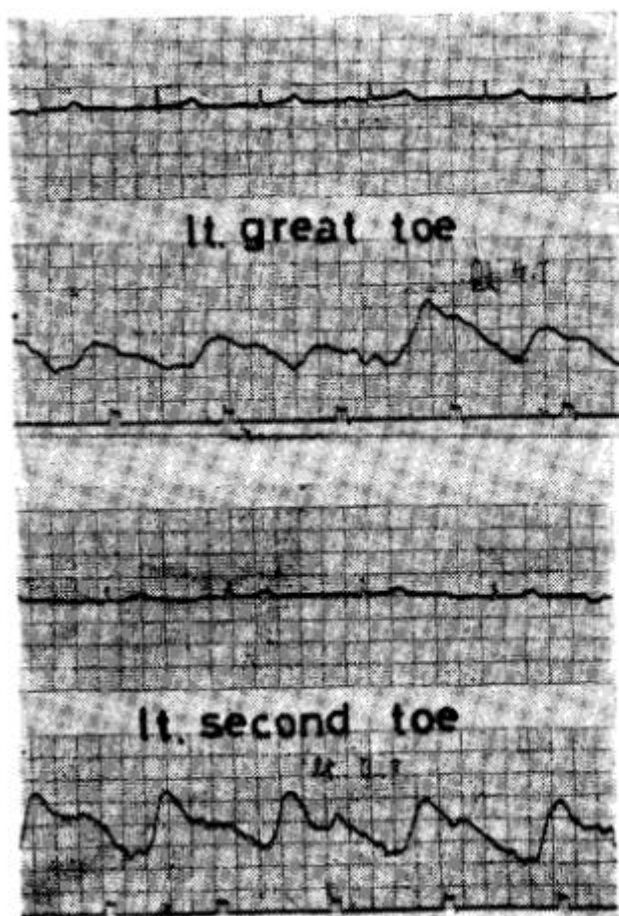


digital plethysmography

- 指先にキャップをかぶせ、密封した部屋内の空気または水の変化を電氣的に捕えて記録する方法
- 指先脈波法簡単に実行できる＞四肢末梢循環障害において変化が最初に現れることが多い部位＞広く用いられている

＊ 前腕や下腿＞plethysmographyを応用し、その部位の循環を調べることができる。

- 閉鎖タンク内に水を満たし、その量の変化を観察するもの（臨床的には簡便性がネックとなり、利用されることは少ない）



plethysmography

左右ともに脈波の異常がみられる．とくに母趾で波高の低下が目立っている．

2 arteriography 動脈撮影法

医師が行う検査法

動脈血管に造影剤を注入し、X線撮影を行うもの



arteriography

大腿動脈の閉塞が認められ同時に側副血行路の形成がある。動脈撮影には、このように連続撮影を行えば末梢血行路の細部まで見ることができる。

3 venography 静脈撮影法

医師が行う検査法

静脈血管に造影剤を注入し、X線撮影を行うもの

＊四肢の静脈には弁が存在するため、皮静脈からの注入のみでは造影されない静脈がある

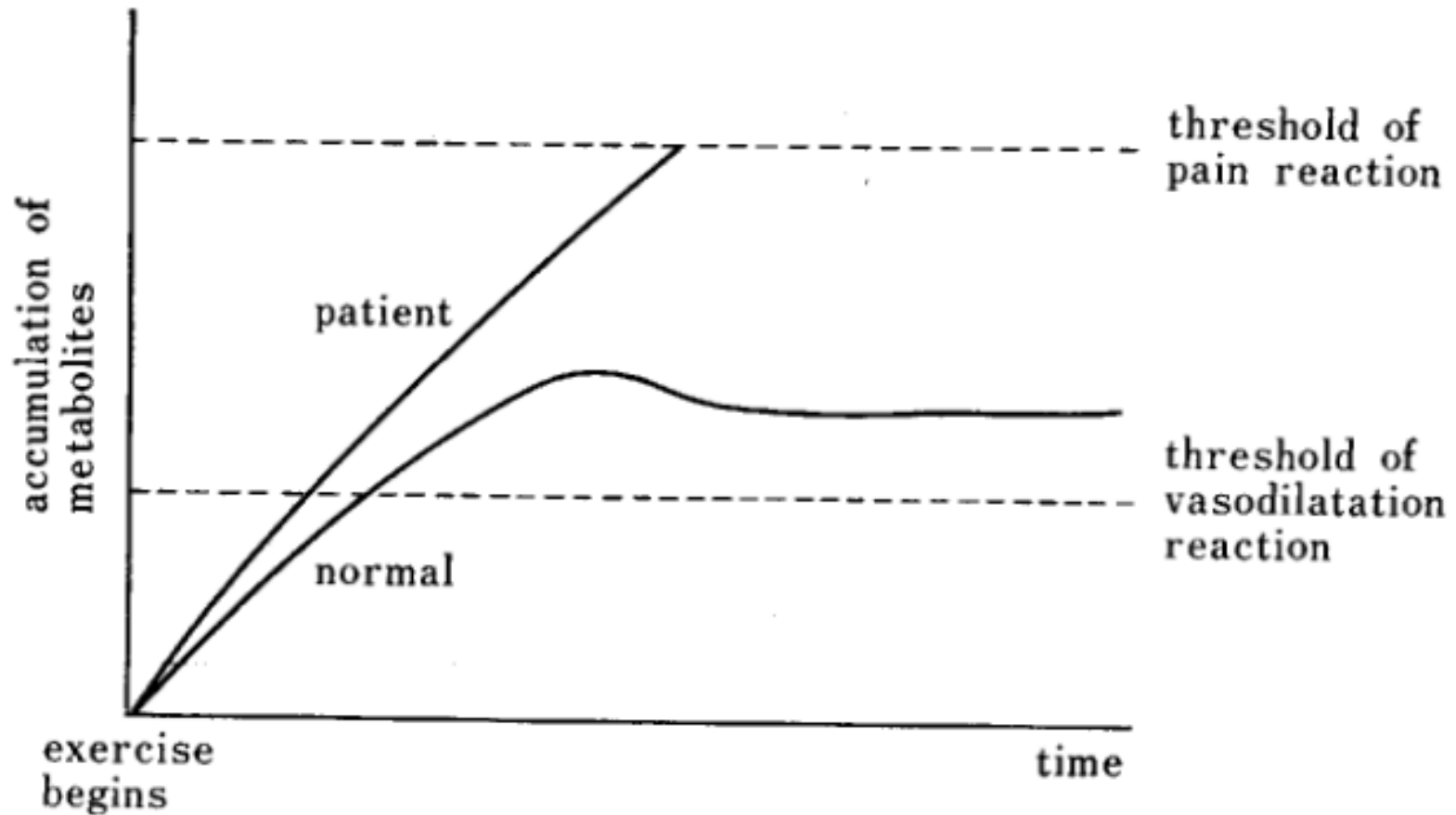
時系列・連続データによる相の観察が重要である。

4 ergography

- 作業量記録(労作量記録)、身体の一部を使用して行った作業量を測定するもの
- これが使用した筋群の循環血液量を間接的に知る方法となる
- いわゆる運動負荷試験のツールが該当する
 - ＞トレッドミル 自転車エルゴメーター
 - ＊歩行テストにあたっては、あらかじめ患者の状態をよく観察し、跛行時間(跛行を示すまでの時間)、痛みの発生する部位、痛みの強さなどを詳しく記録する

- エルゴグラフィを用いると、歩行速度と跛行時間の関係も知ることができる
- 間歇性跛行を訴える部位により、動脈循環の閉塞レベルを推定することがある程度可能
 - > 足背動脈の閉塞—足指の痛み
 - > 前脛骨動脈の閉塞—腓腹筋の痛み
 - > 膝窩動脈の閉塞—下腿全体の痛み
 - > 大腿動脈がHunter管のレベルで閉塞—膝を以下下肢と足の痛み
 - > 総腸骨動脈の閉塞—股関節以下大腿と下腿、足の痛み
 - > 両側閉塞時—インポテンツ

腓腹筋を例とした間欠性跛行の発生機序



腓腹筋を例とした間欠性跛行の発生機序

5 radioisotope

- ラジオアイソトープを使用して末梢循環の指標とする方法
 - 1 筋肉内にアイソトープを注射し、そのクリアランス(除去能)を測定する方法
 - 2 二点間の循環時間を求める方法
 - 3 アイソトープを静注して目的とする筋肉に取り込まれる放射活性を測定する方法

Wrightらの研究

- 17例の下肢動脈閉塞性疾患群
- 8例の正常対照群

TAの血流量を組織クリアランス法で測定、皮膚温を検査
硬膜外ブロックを行い、交感神経を麻痺させた

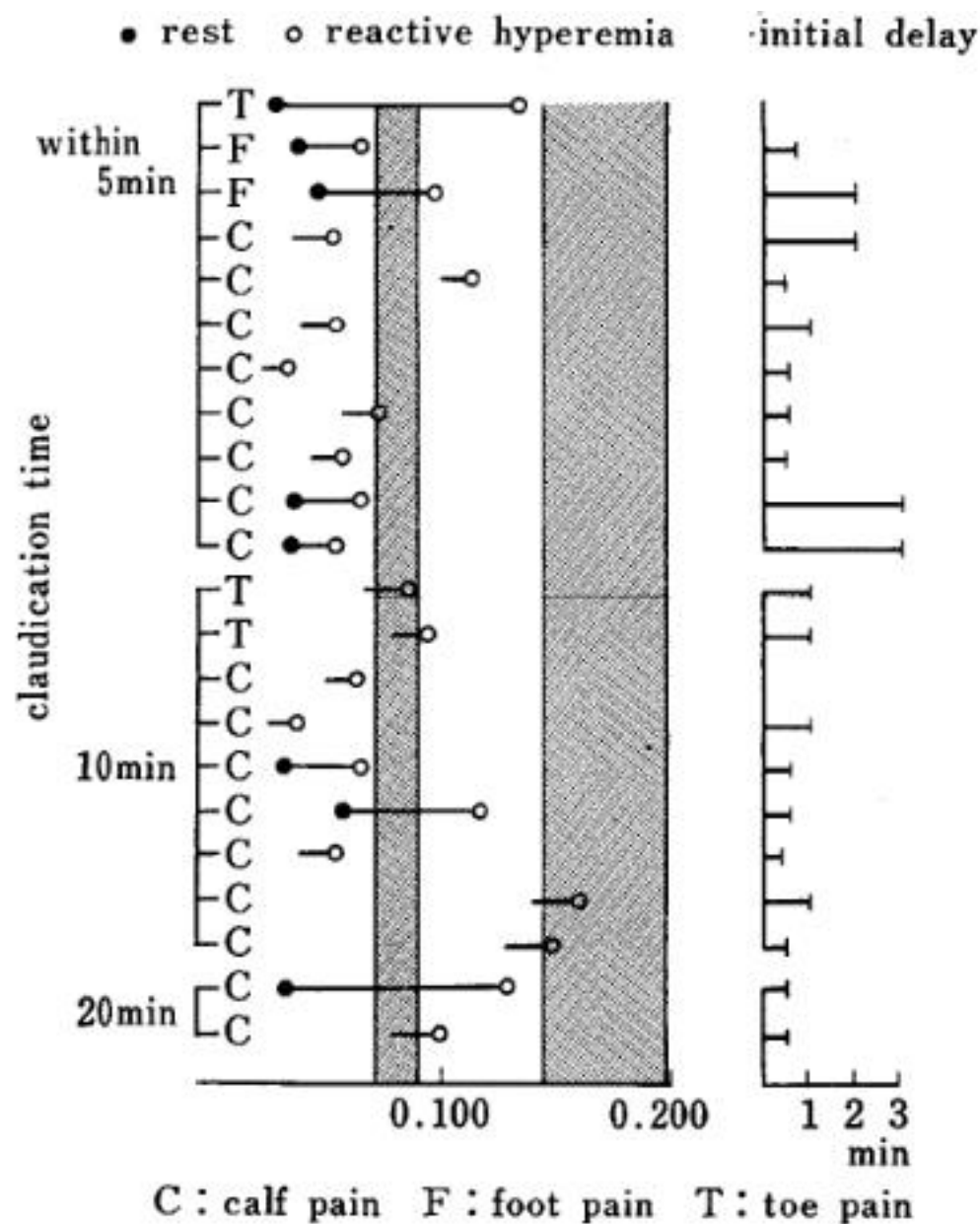
筋血流量は50%以上減少

皮膚温はブロック後明らかに上昇

筋血流量の減少は患者群が正常群に比べ大きかった

皮膚温の上昇は対照群より小さかった

(皮膚血管収縮に作用する交感神経から解放され、皮膚血管が拡張すると、血流は再編され非運動筋への血流が減少すると考えられる)



間欠性跛行の程度と
radioisotope clearance
値（濃い部分は正常範囲）

腓腹筋の一定部位を選んで測定した。間欠性跛行の著しいものにおいて、クリアランス値は低値を示し、かつ initial delay（初期遅延）が認められた。

6 皮膚温度測定

Skin thermometry

- 皮膚血流の評価法として古くから行われてきた
- 皮膚温は体内で作られる熱が皮膚表面に到達し、ここから失われる過程として変化する
- さまざまな要因の影響を受けるため、測定室の温度環境、測定タイミングなど一定にする工夫が求められる

- 赤外線サーモグラフィー
- 皮膚面より発生する赤外線を補足して、これが皮膚温と一定の関係を有することに基づき定量化される

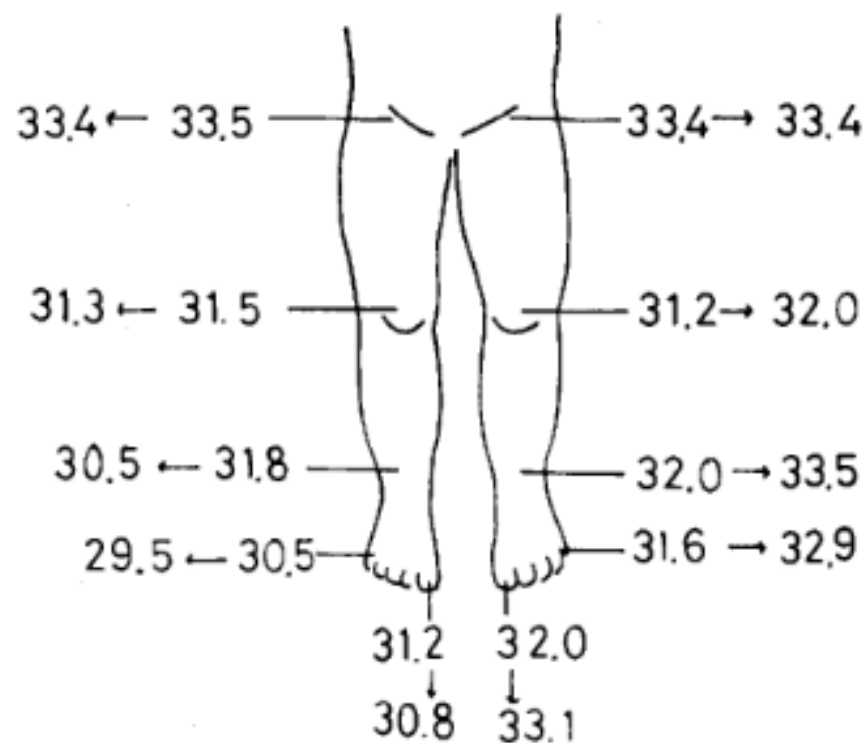
before

after 5 min.



L. R.


L. R.



サーモグラフィー

図の上部はサーモグラフィー，下部は各時の皮膚温測定の結果である。血管拡張剤 *cyclandelate* を静注し，その前後における変化が観察されているが，この患者に見られるように，直後では患側の皮膚温がむしろ低下を示すことが多い。


2. 四肢末梢循環障害の基礎的治療と運動療法

- 1 動脈閉塞性疾患の基礎的治療
 - 間欠性跛行を主訴とする患者>
 - 臨床所見・検査所見一循環障害の程度を評価することが大切
 - 軽度のもの一ほんの少し血流量が増加すれば需要に応じることができる>すべての治療法に反応する
- >  体操
- >腰部交感神経節切除(ブロック)一潰瘍・疼痛軽減には有効とされるが、跛行の改善には無効とされる
- >中等度以上の障害では、血流量の需要と供給のギャップが埋められず、跛行の改善にアキレス腱延長術などの方法で筋肉の活動を減少させる手段がとられることもある



R.L.Tscの歩行運動プログラム

- 間欠性跛行の治療として、日々の歩行プログラムが合理的なわけを患者に十分説明し、患者の十分な協力を得ながら実行する。

- 1 午前と午後、ずつ歩行する
- 2 小型の軽い負の性の折りたたみ式椅子を用意する
- 3 鉛筆と紙を持参する
- 4 歩き始める時間を書き込み歩行数を計算する
- 5 一側または両側の下肢に疼痛が発生したら、すぐ歩くのを止める、その時刻とそれまでの歩行数とを記入する。

- 6 腰かけて痛みが去るのを待つ、時間を記入しておく
- 7 立ち上がって、上記の要領で1時間を過ごす
- 8 午後はまた同じ歩行運動を行う
- 9 受診時には記録を見せること

＞中等度の運動が下肢の動脈閉塞性疾患の治療に禁忌なしに使えることが示されている。

- SkinnerとStrandness

＞間欠性跛行を示すASOの患者で歩行プログラムを実施し、12日間で足背動脈部での血圧の上昇を確かめた

Ericssonら、Fitzgeraldら

＞間欠性跛行を示すASOの患者で全身体操を実施し、11か月で安静群に比べ有意に両側下肢の血流量が増加した

- Bollingら

亜急性の動脈閉塞症の症例

抗凝固剤＋運動療法＞反応性充血試験で6
か月後、明らかな血流増加を認めた

ニューヨーク大学血管診療部 プログラム(患者教育用パンフレット)

A 禁煙

B 寒冷と温熱

- 1) 寒冷、極端な寒冷を避けること、ウールの下着と靴下を使用すること、寝るときは緩い靴下をはくこと
- 2) 温熱、決して熱い湯を使ってはいけない、熱い風呂に入ってはいけない、足を長く日光にさらすことも良くない

C 足の位置

特に指定しない限り、足の位置は水平にして寝るのが良い、長い時間ベッドから下垂するのはよくない、膝の後ろが椅子の角に当たるような座り方は避けなければならない

D 足の衛生

- 1) 毎晩、刺激のない石鹸で、ぬるま湯を使って洗う、湯の温度は33度Cから38度Cが適当
- 2) 足は乾燥させておくこと 特に足指の間に注意。清潔な柔らかいタオルを使用する。場合により、アルコールを使う

- 3) 足指の間に用いる粉末を処方された場合には、皮膚を完全に乾かしてから少し振りかけるようにする
- 4) ワセリンなどを用いて、柔らかくマッサージする
- 5) 足指の爪は明るい場所で用心して切ること、必ず足をきれいにしてから爪はまっすぐに切る
- 6) きつくない、足に合った靴と靴下をはく、毎日靴下を取り替える。長靴をはくとすれば、ゴムのついているものはだめ、ガーターを用いないこと、靴はつま先に金属が入っていて、足指を圧迫しないものが良い

7) 常に足は暖かくする、働いていると靴下が湿ってくるのであれば取り替える。

8) はだしで歩かない、ヨードチンキのように強い殺菌剤を使用しない。ウオノメを自分で削ったりしないこと。

9) 途中で水泡ができたり、化膿している気配があれば、また少しでも外傷ができれば、すぐ医師に相談すること

E 歩行運動

歩くことは循環を良くするよい治療法であるから、指示されたように歩行運動を続けること

2. 四肢末梢循環障害の基礎的治療 と運動療法

- 2 静脈血行障害の基礎的治療

- 1) 静脈瘤

皮膚表面にあるたくさんの静脈(表在静脈という)が拡張し、蛇行(だこう)屈曲して浮き出た状態＞下肢で生じるものを下肢静脈瘤という

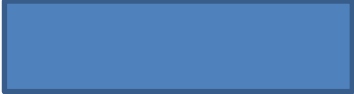
- 一次性静脈瘤＞静脈弁の機能不全による
- 二次性静脈瘤＞生まれつき静脈が拡張している先天性静脈拡張症

下肢静脈瘤と発生機序

足の血管がこぶのように膨らんだ、足がつる、むくむ、疲れやすい、皮膚が変色した、かゆいという症状を示す。

下肢の血液は、足の運動によって心臓に戻る。

また静脈には、**血液の逆流を防ぐための**がついていて、血液が重力に負けて下へ引かれ逆流しないようにくい止めている。

このは、足の付け根や膝の裏など、太い静脈血管の**合流部で壊れやすく**、これが原因で血液は逆流し、足の下の方に血液が溜まり、静脈がこぶのように膨らむ

伏在静脈瘤



- 足の付け根から太もも、ひざの裏に多く見られる伏在静脈と呼ばれる太い血管がボコボコと蛇行したように浮き出た状態になる静脈瘤。
- 女性の場合は、スカートがはけずに悩んでいる方もたくさんいます。下肢静脈瘤の中でもっとも多い

側枝静脈瘤



太もも、すねやふくらはぎに多く見られる伏在静脈瘤よりやや細い血管が浮き出た状態になる静脈瘤

血管のコブは比較的小さいことが多い

網目状静脈瘤



読んで字のごとく細い
血管が網目状になっ
た静脈瘤

直径2～3ミリの静脈
が拡張し、皮膚の上
からはっきり見える状
態になったものです。
とくにひざ裏に出やす
い

クモの巣状静脈瘤



- 赤紫色の細かい血管がまるでクモの巣のように見えることからこの名が付いている
- 皮下直径1ミリ以下のごく細かい静脈に起こる静脈瘤

下肢静脈瘤の治療法

- 保存療法（圧迫療法）
医療用の弾性ストッキングや弾性包帯で、下肢に適度な圧力を与えることで下肢に余分な血液がたまることを予防し、下肢の深部にある静脈（深部静脈という下肢静脈の本幹）への流れを助ける。
- ※弾性ストッキングなどによる圧迫療法は、あくまでも進行防止・現状維持が目的で、下肢静脈瘤そのものが治るわけではない。しかし、下肢静脈瘤の治療上とても重要。

硬化療法

本来なら、手術で引き抜いたり縛ったりしてしまう静脈の中に、硬化剤という薬剤を注入し、静脈の内側の壁と壁をくっつけてしまったり、血栓（血のかたまり）をつくり詰めてしまう方法。

硬化療法だけで、すべての下肢静脈瘤が治療できればよいのですが、軽度の静脈瘤以外には有効とはいえない。

ストリッピング手術（静脈拔去手術）

下肢静脈瘤の根治的な治療法として古くから行われている手術。

弁不全をおこしている静脈を引き抜いてしまう手技。

施設により異なるが、入院の場合（5～7日）は、全身麻酔あるいは下半身麻酔下で行なわれる。

高位結さつ手術＋硬化療法

- 静脈を引き抜くかわりに、弁不全をおこしている静脈と本幹（深部の静脈）の合流部を縛ったうえで、切り離してしまう治療法。
- 日帰り外来手術が可能

レーザー治療・弁形成術・内視鏡使用 の手術

- 下肢静脈瘤のなかでも、もっとも軽いタイプの網目状・くもの巣状とよばれる静脈瘤が適応。

しかし、治療施設や症例数もまだ少ないことや日本人の肌に合わないといわれている。

施行後に「火傷」のようになるケースもある

静脈内レーザー治療術（最新治療）

- 静脈内にレーザープローブを挿入し、静脈内側をレーザーで焼灼する高度な最新の手術方法

2. 四肢末梢循環障害の基礎的治療と運動療法

- 2 静脈血行障害の基礎的治療
- 2) 血栓性静脈炎

静脈の壁に損傷や炎症がおこり、その部位に血栓ができて、静脈の内腔をふさいでしまうもの。

血栓ができるときに炎症が関係しているかどうかで、**静脈血栓症**と区別される。

血栓ができると炎症をともなうため、この2つの病気を厳密に区別するのはむずかしい。一般的には

**表在静脈は血栓性静脈炎、
深部静脈は静脈血栓症（深部静脈血栓症）と呼ぶ**

血管中にできた血栓が肺や心臓に詰ると重大な事態になる場合もある

主な症状

- 静脈に沿ってしこりができ、発赤（ほっせき）と軽い痛みを伴う。
- ときには発熱や悪寒（おかん）などの全身症状が生じる
- 静脈の上の圧痛
- 患部に痛みを感じる
- 皮膚の発赤、黒ずみ、炎症

血栓性静脈炎

- 1) 表在静脈が問題となる病気。まず、炎症が先におきますが、二次的に血栓が形成される。
- 2) 原因：静脈瘤、外傷が原因となるが、原因不明も多い。
- 3) 症状：表在静脈の発赤、疼痛が見られる。炎症を起こした静脈の走行を皮膚を通してみることができる。炎症を起こした血管を押さえると痛い。重症例では、皮膚が汚くただれた感じになる。
- 4) 肺塞栓：まず合併しない。
- 5) 治療：局所療法、消炎鎮痛剤、時に抗生剤。抗血栓療法は不要。

深部静脈血栓症

1) 深部静脈が問題となる病気。

まず、血栓が先におきる、二次的に炎症所見を伴う。

2) 原因: 長期臥床、悪性腫瘍、先天性 & 後天性凝固異常などが原因。

3) 症状: 片下肢の腫脹、疼痛。深部静脈の走行を皮膚を通してみることはできない。

4) 肺塞栓: 合併することがある。重症例では、肺塞栓が致命症になる。

5) 治療: 抗血栓療法。急性期はヘパリン類(未分画ヘパリン、低分子ヘパリン、ダナパロイド)、慢性期はワーファリンを使用します。

Japanese Guideline for Prevention of Venous Thromboembolism: Digest

肺血栓塞栓症 / 深部静脈血栓症（静脈血栓塞栓症）

予防ガイドライン

ダイジェスト版

肺血栓塞栓症/深部静脈血栓症（静脈血栓塞栓症）予防ガイドライン作成委員会

Editorial Committee on Japanese Guideline for Prevention of Venous Thromboembolism

下肢静脈疾患の治療法

- 1 高挙 患肢を心臓レベルより10cm程高位
- 2 温湿布 下部から腓脛部まで 湿熱 1日20時間
- 3 (抗凝固剤 ヘパリンなど 1週間)
- 4 (神経ブロック 硬膜外>交感神経に)
- 5 脱水予防

下肢静脈疾患の運動療法

1 運動の開始 局所所見の安定(炎症が鎮静化)後＋抗凝固療法が一定量に維持されたところで＞歩行運動

2 歩行運動

- 初期＞膝上から大腿までを装着させ行う
症状の改善に伴い＞膝レベルまで下げる（およそ1年間）

ADL＞就寝時下肢10cmくらい高挙すること
日中でも30分間の高挙させるほうがよい
その他、運動療法の動作様式として自転車など圧、リズムカルな運動が良いとされる
過労に注意

血栓性静脈炎の原因

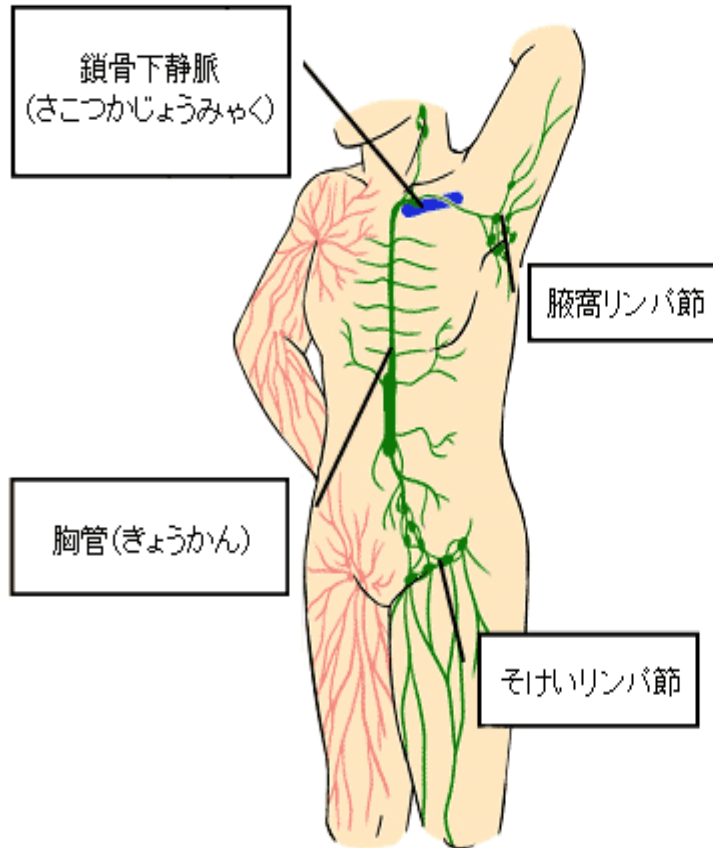
- 静脈注射・カテーテルなどの細長い管を静脈内に長期間入れたままにしている(留置(りゅうち)カテーテルという)ために炎症がおこることが多い。
- ベーチェット病、バージャー病、悪性腫瘍や膠原病でも静脈炎をともなうことがある。

とくに四肢のあちこちに細長いしこりのようなものがつきつぎに現われ消えていくものは、遊走性静脈炎といい、バージャー病の可能性がある。

また、静脈瘤(じょうみゃくりゅう)に静脈炎を合併する場合もある。

3. リンパ系疾患の基礎的治療

表在リンパ管と深部リンパ管



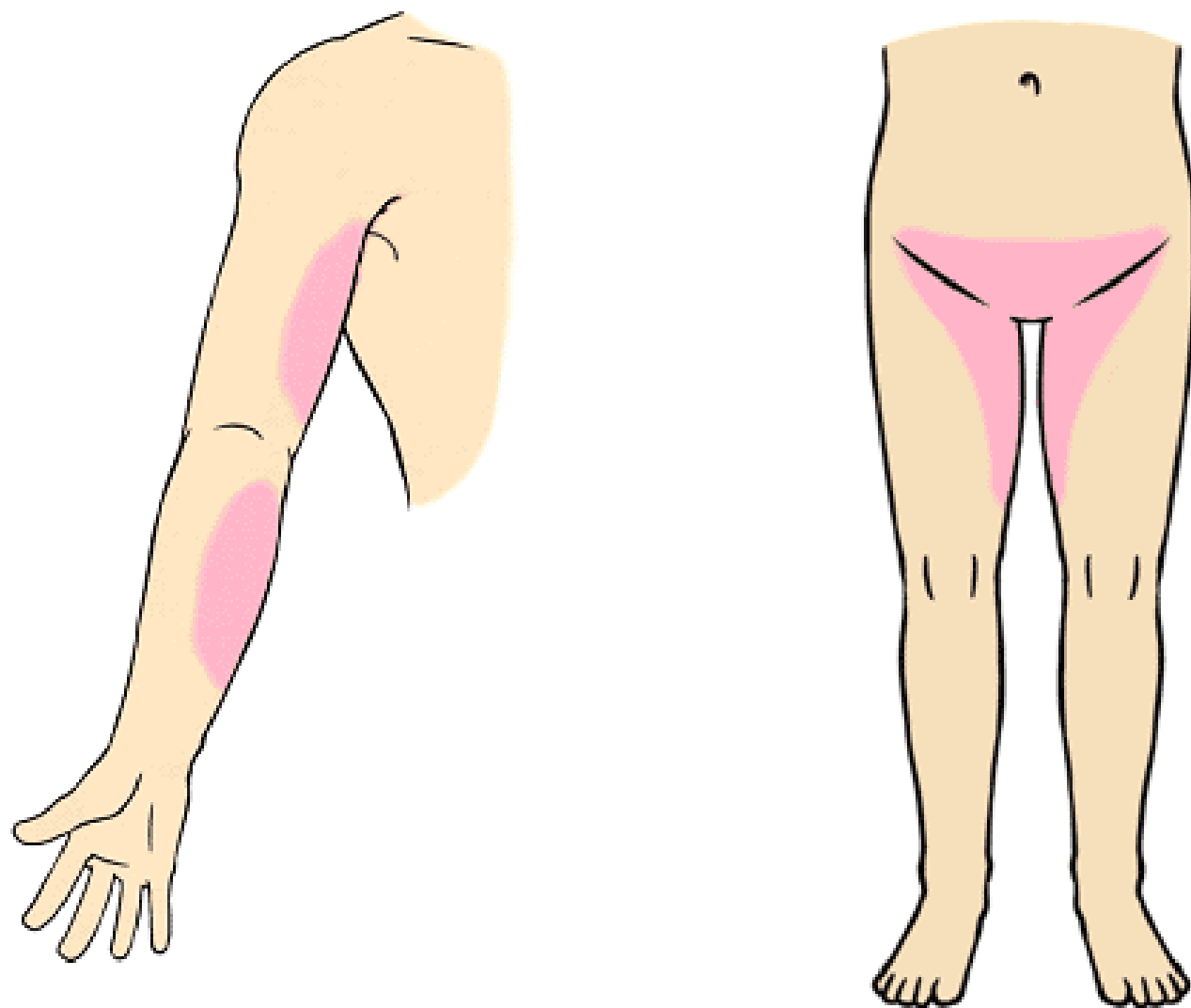
赤:表在リンパ管
皮膚の下(皮下脂肪層)に細かく分布し、
腋窩(腋の下)とそけい(脚の付け根)の
リンパ節に集まる

緑:深部リンパ管
首、腋窩、そけいのリンパ節を通して
太いリンパ管(胸管)となり、鎖骨の裏
側で静脈に入る

リンパ浮腫

がんの治療において、手術でリンパ節を取り除いたり放射線治療によってリンパの流れが停滞することで、生涯にわたり腕や脚がむくむことがある。このむくみをリンパ浮腫という

図・ がん治療後にリンパ浮腫が起こりやすい場所



リンパ浮腫の管理

- (1)むくみの早期発見を心掛ける
- (2)スキンケアを行う
- (3)日常生活上での注意点を守る

リンパ浮腫の理学療法

1 用手的リンパドレナージ

- 用手的リンパドレナージは、腕や脚にたまったリンパ液を正常に機能するリンパ節へと誘導して、むくみを改善させるための医療用のマッサージ方法。

(リンパ浮腫に対する用手的リンパドレナージは、専門的な医療技術。)

2 圧迫療法

- 圧迫療法はむくみを軽減し、その効果を維持する。リンパドレナージをどんなに一生懸命行っても、圧迫が不適切だとむくみは改善しない。

• 圧迫療法は、圧迫により皮下組織内の圧力(圧迫圧)を高めて毛細血管からの漏れ出しや、リンパ液がたまるのを防ぐ効果があり、弾性着衣(弾性スリーブ、弾性グローブ、弾性ストッキング)や弾性包帯などを用いて行う。

• むくみの程度によって圧迫の方法は異なるが、軽度から中度のリンパ浮腫であれば弾性着衣を用いた圧迫を、高度のリンパ浮腫には弾性包帯を用いた圧迫を行う。

- 圧迫した状態での運動

弾性着衣や弾性包帯などを用いて適度な圧迫を行った状態で、できるだけ大きくゆっくりと筋肉を動かすように運動させる。

腕にむくみがある場合＞ゆっくり大きく手を握ったり開かせる肘や手首の関節の曲げ伸ばしを、

脚にむくみのある場合＞ゆっくり膝や足首の曲げ伸ばしをする運動を行わせる。

ただし、腕や脚への過度な運動は逆効果となる

蜂窩織炎に注意

- リンパ浮腫を起こすと、リンパ液の流れが悪くなるため、虫に刺されたり、小さな傷があると、細菌が侵入し、腕や脚全体に炎症が広がることもある。これを蜂窩織炎という
- この場合、運動療法は禁忌