

## 近赤外線分光法と空気容積脈波を用いた間歇性跛行の評価

遠藤 浩一

間歇性跛行をみとめる下肢閉塞性動脈硬化症 (ASO) 40症例51肢と下肢の虚血がなく症状の認められない若年健常者47例94肢, 高齢健常者10例20肢を対象に, 近赤外線分光法 (NIRS) と空気容積脈波 (APG) を用いてトレッドミル歩行負荷による間歇性跛行の客観的重症度評価を施行した. NIRS では歩行負荷終了時から酸素化ヘモグロビン (Oxy-Hb) と脱酸素化ヘモグロビン (Deoxy-Hb) の示す曲線の交差点までを回復時間 (RT), APG では安静時動脈流入量/下腿容積 (rAIIndex) およびトレッドミル負荷後の動脈流入量/下腿容積 (eAIIndex) を測定した. rAIIndex, eAIIndex がともに0.9 ml/min/100 cm<sup>3</sup> より大で, 負荷前より負荷後が上昇したものをⅡa, 負荷前より負荷後が低下したものをⅡb, rAIIndex が0.9より大で eAIIndex が0.9以下をⅡc, rAIIndex が0.9以下をⅡd とすると, 軽症のⅡa, Ⅱb は保存的療法に効果があるが, Ⅱc, Ⅱd には効果がなかった. RT が180秒以下の症例は, 保存的療法に効果あるも, 300秒以上の症例は効果がなかった. NIRS による回復時間と APG による rAIIndex, eAIIndex を用いた重症度分類は, ASO の治療方針の決定の一補助手段として有用であった. (平成13年10月16日受理)

### Evaluation of Intermittent Claudication by Near-Infrared Spectroscopy and Air Plethysmography

Kouichi ENDO

The usefulness of near-infrared spectroscopy (NIRS) and air plethysmography (APG) in estimating the severity of intermittent claudication was evaluated.

NIRS and APG were performed with a treadmill test in 40 patients who complained of intermittent claudication and 47 juvenile and 10 older people in control subjects. The NIRS probe was positioned on the posterior aspect of calf and the treadmill test was performed with a 12% slope at a speed of 2.4km/hr for three minutes. The time between the end of exercise and intersection of the curves of recovering oxy-Hb and deoxy-Hb was measured (recovery time : RT). After 30 minutes, resting and postexercise arterial inflow of the extremities was also investigated, and resting arterial inflow divided the volume of lower extremities per 100cm<sup>3</sup> (rAIIndex) and postexercise arterial inflow divided the volume of lower extremities per 100cm<sup>3</sup> (eAIIndex) were measured. These indices were compared with Ankle Brachial Index (ABI) and angiographic findings.

RT showed a significant inverse correlation with ABI, and rAIIndex and eAIIndex had a significant positive correlation with ABI.

All subjects were classified into 4 groups by r-and eAIIndexes ; II a : both r-and eAIIndex > 0.9 and eAIIndex > rAIIndex, II b : both r-and eAIIndex > 0.9 and eAIIndex < rAIIndex, II c : rAIIndex > 0.9 and eAIIndex < 0.9, II d : rAIIndex < 0.9.

Conservative therapy was not effective for II c and II d, but it was effective for II a and II b. In cases classified as II c or II d surgical treatment should be considered.

Although conservative therapy was not effective for the cases with an RT of more than 300 seconds, it was effective for the cases with an RT of less than 180 seconds.

These observations suggested that NIRS and APG are useful noninvasive diagnostic methods for evaluating the severity of intermittent claudication, and provide valuable information for decision making in treatment. (Accepted on October 16, 2001) *Kawasaki Igakkaishi 27(4) : 305-314, 2001*

**Key Words** ① Intermittent Claudication ② Near-Infrared Spectroscopy  
③ Air Plethysmography ④ Ankle Brachial Index

## 緒 言

近年、高齢化や生活様式の欧米化により、動脈硬化性疾患の1つである下肢閉塞性動脈硬化症 (ASO) は増加している<sup>1)</sup>。ASO で最も多い症状は間歇性跛行であり、間歇性跛行の治療として、軽症例であれば運動療法や薬物療法の保存的療法の、重症であれば血行再建術が施行される<sup>2)</sup>。間歇性跛行の重症度評価としてトレッドミル歩行検査における跛行の疼痛出現距離や最大歩行距離で評価する試みがあるが、患者の主観的要素が大きいことや慣れなどによりその信頼性や再現性に問題が生じてくる。それ故に何らかの客観的な評価が必要となってくる。

近赤外線分光法 (Near-Infrared Spectroscopy : NIRS) は、1977年 Jöbsis の報告<sup>3)</sup>が最初で、非観血的計測法として、主に新生児の脳内酸素化モニターとして臨床応用されてきた。虚血肢への応用は、1991年、Cheatle ら<sup>4)</sup>の安静時での大腿駆血による下腿筋虚血の測定が最初で、本邦では1993年市来ら<sup>5)</sup>や小宮山ら<sup>6)</sup>の報告が最初である。一方空気容積脈波 (Air Plethysmography : APG) は、1987年 Nicolaidis ら<sup>7)</sup>によって主に静脈機能をみるために考案されたものであるが、venous occlusion 法を用いると動脈流入量の測定も可能となった。

本研究ではこの2つの方法に注目し、本法を

用いて間歇性跛行の客観的評価を試み、治療方針の補助手段になりえるか検討した。

## 対 象

1998年6月から2001年3月までに当科で経験した間歇性跛行を呈する下肢閉塞性動脈硬化症 (ASO) 40例51肢 (年齢48-90歳, 平均69±10歳, 男性37例, 女性3例) と下肢の虚血がなく症状の認められない若年健常者47例94肢 (年齢19-25歳, 平均22±1歳, 男性25例, 女性22例), 高齢健常者10例20肢 (年齢64-72歳, 平均69±9歳, すべて男性) を対象とした。

ASO では、病変部位は大動脈腸骨動脈病変29肢, 大腿膝窩動脈病変17肢, 複合病変5肢であった。血管内治療ないし血行再建術は30例に施行し、その内訳はバイパス20例, 経皮的血管形成術 (PTA) と stent 挿入8例, バイパスと PTA, stent 挿入の併用1例, 血栓内膜摘除1例であった。これらの適応は、患者の希望や日常生活の状態, 社会的環境, 病変の部位などにより決定した。全身状態不良や患者が手術を希望しなかったために保存的療法を施行したのが10例13肢であった。

## 方 法

安静臥位15分後に超音波ドプラ血流計を用い

## Near-Infrared Spectroscopy (NIRS-300)

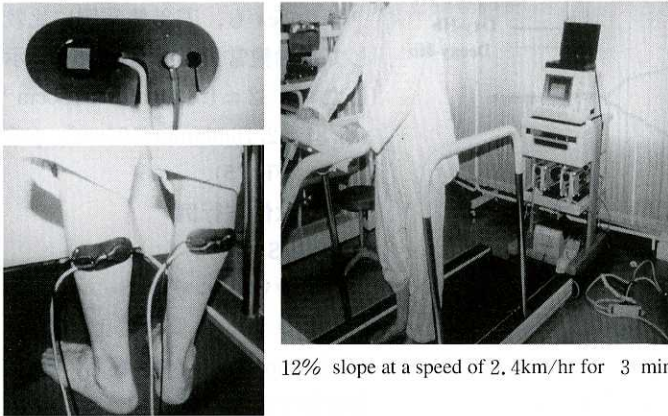


Fig. 1. Near-Infrared Spectroscopy (NIRS)

The NIRS probe was positioned on the posterior aspect of calf and the treadmill test was performed with a 12% slope at a speed of 2.4km/hr for three minutes.

て足関節収縮期血圧/上肢収縮期血圧 (Ankle Brachial Index: ABI) を測定し、次に NIRS (NIRO-300, 浜松フォトフェニクス社製) を用いて、送受光プローベを両下肢の膝窩遠位側 10 cm で下腿後面内側の腓腹部に粘着テープで固定し、それぞれ立位安静時の値を測定の起点とし、トレッドミル歩行負荷 (傾斜 12%, 速度 2.4 km/hr, 3 分間) を行った (Fig. 1)。歩行開始から座位休息時までの酸素化ヘモグロビン量 (Oxy-Hb), 脱酸素化ヘモグロビン量 (Deoxy-Hb) の相対的变化量を連続測定し、負荷終了時から Oxy-Hb と Deoxy-Hb の示す曲線の交差点までを回復時間 (recovery time: RT) とした。途中歩行不能例はその時点で終了し RT を測定した。次に歩行終了 30 分後に臥位とし、APG (APG-1000 System, ACI Medical 社製) を用いて動脈流入量を測定した。測定する肢の足関節部に高さ 15 cm の枕をおき、特製のセンシングカフを足関節から膝下まで下腿全体を覆い、エアポンプをカフが患者に対して十分安定する選択可能な参照空気圧, “バイアス圧” (通常 6 mmHg) まで膨らませる。圧センサーはカ

フの圧を読み取り、フロントパネル上のインジケータに表示し、校正された容量の信号をコンピューターに送る。カフにおける圧はキャリブレーションシリンドリから 100 ml の空気が下腿のカフに注入されることにより下腿容積を校正する。その後 10 cm 巾のカフを膝のすぐ上に装着し 70 mmHg まで急激にインフレートさせ 25 秒間下腿容積変化をコンピューター処理し安静時動脈流入量 (AI) を両下肢で測定する。その後同様にトレッドミル歩行を行い、歩行終了後直ちに (30 秒以内) 患肢 (両下肢に病変があれば ABI の低い

方の患肢) の動脈流入量を測定した (Fig. 2)。疼痛にて歩行不能になればその時点で中止し、直ちに動脈流入量を測定した。下腿容積は正木らの方法<sup>8)</sup>を用いて測定し、指標は安静時における下腿容積 100 cm<sup>3</sup>あたりの動脈流入量を rAIIndex とし、トレッドミル負荷後を eAIIndex とした。

血行再建例には、術後 2 ~ 3 週目にも同様の測定をした。

統計処理では、数値は平均値 ± 標準偏差で示し、2 群間の検定には t 検定を用いて、 $p < 0.05$

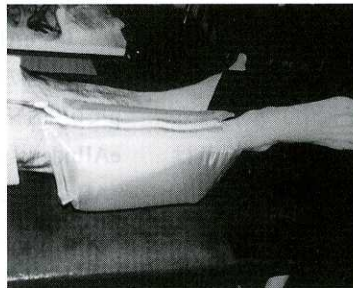
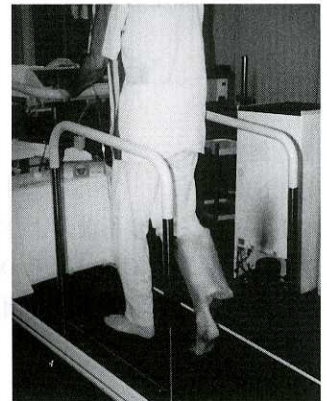


Fig. 2. Air plethysmography (APG)

The lower limb was covered with the air plethysmography cuff and the treadmill test was performed with a 12% slope at a speed of 2.4km/hr for three minutes.



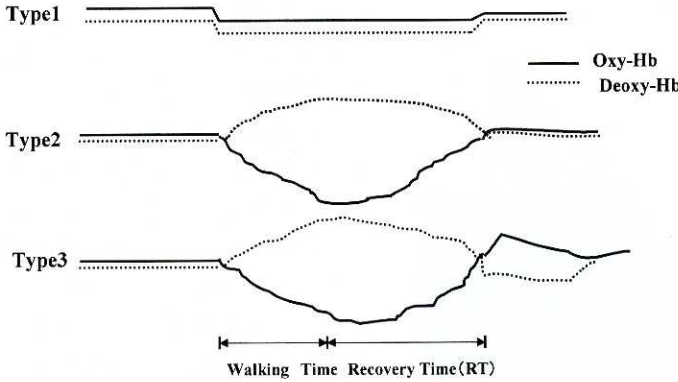


Fig. 3. Classification of NIRS  
 Type1 : control limb Type2, 3 : ischemic limb

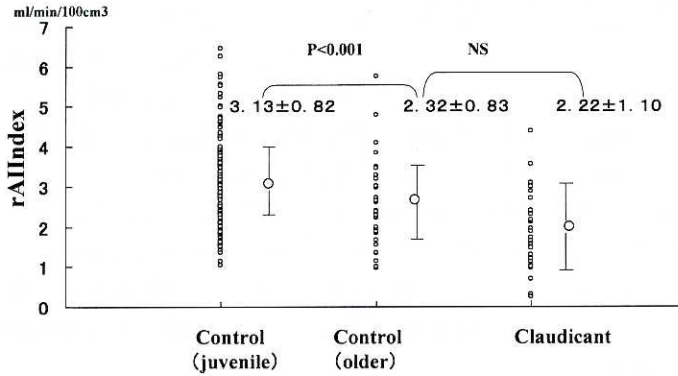


Fig. 4. rAIIndex  
 The rAIIndex level was significantly higher in juvenile than older people in control subjects. There was no significant difference between the control older group and the claudicant group.

をもって有意差ありとした。

## 結 果

### 1. 健常例

#### 1) NIRS

トレッドミル歩行前および歩行中、歩行後も年齢に関係なく Oxy-Hb と Deoxy-Hb の両者は歩行直後にやや低下するも両者の解離はなかった (Fig. 3)。

#### 2) APG

rAIIndex は、若年健常例に比較して高齢健常例で有意の低下を示した ( $3.13 \pm 0.82 \text{ ml/min/100cm}^3$  vs  $2.32 \pm 0.83 \text{ ml/min/100cm}^3$ ,  $p < 0.001$ )

(Fig. 4)。

eAIIndex も、若年健常例に比較して高齢健常例で有意の低下を示した ( $4.32 \pm 1.41 \text{ ml/min/100cm}^3$  vs  $3.81 \pm 2.16 \text{ ml/min/100cm}^3$ ,  $p < 0.05$ ) (Fig. 5)。

### 2. 間歇性跛行例

#### 1) NIRS

##### ① パターン分析

トレッドミル歩行により Oxy-Hb と Deoxy-Hb が解離し、歩行後安静で再び基線に収束するタイプ (Type 2) 46肢と収束後、逆転解離して再び収束するタイプ (Type 3) を 5肢に認めた (Fig. 3)。

##### ② RT

ABI との相関は  $y = 470 - 390x$  ( $r = -0.453$ ,  $p < 0.001$ ) で ABI が低下するにしたがって RT が延長し有意の負の相関がみられた。RT は  $250 \pm 170$  秒であった (Fig. 6)。

#### 2) APG

##### ① rAIIndex

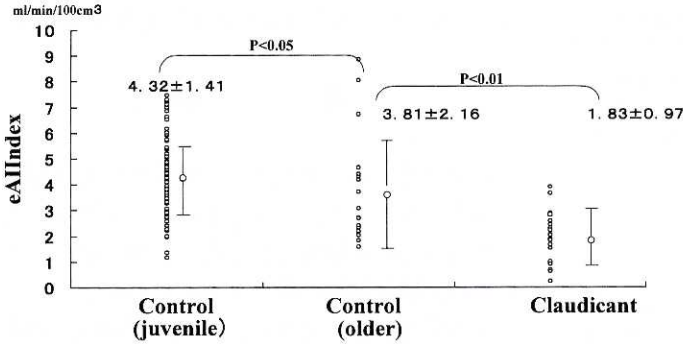
ABI との相関は  $y = 1.27 + 1.19x$  ( $r = 0.271$ ,  $p < 0.05$ ) で ABI が増加するにしたがって rAIIndex も増加し有意の正の相関がみられた。しかしながら rAIIndex は  $2.22 \pm 1.10 \text{ ml/min/100cm}^3$  で高齢健常例に比べて有意の差はなかった (Fig. 4)。

##### ② eAIIndex

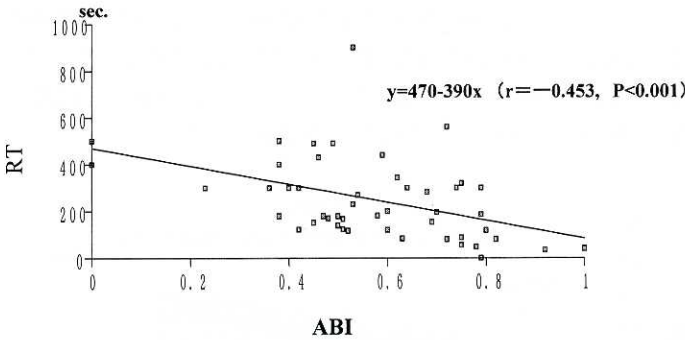
ABI との相関は  $y = 0.49 + 2.49x$  ( $r = 0.599$ ,  $p < 0.001$ ) で ABI が増加するにしたがって eAIIndex も増加し有意の正の相関がみられた。eAIIndex は  $1.83 \pm 0.97 \text{ ml/min/100cm}^3$  で、高齢健常例に比べて有意に低下していた ( $p < 0.01$ ) (Fig. 5)。

##### ③ rAIIndex, eAIIndex を用いた分類と ABI

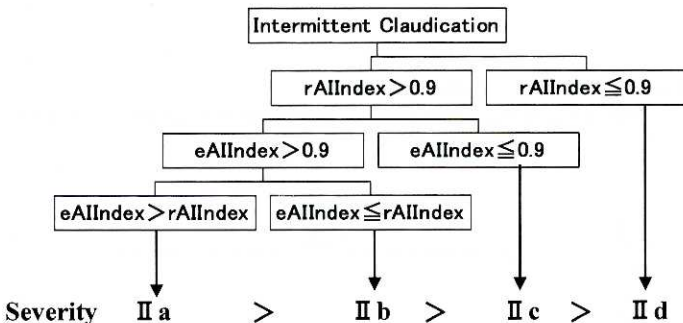
rAIIndex, eAIIndex がともに  $0.9 \text{ ml/min/100cm}^3$  より大で、負荷前より負荷後が上昇したも



**Fig. 5.** eAllIndex  
The eAllIndex level was significantly higher in juvenile than older people in control subjects.  
The eAllIndex level was significantly lower in the claudicant group than older people in control subjects.



**Fig. 6.** Correlation between RT and ABI  
RT showed a significant inverse correlation with ABI



**Fig. 7.** Classification of APG  
II a : both r- and eAllIndex > 0.9 and eAllIndex > rAllIndex, II b : both r- and eAllIndex > 0.9 and eAllIndex < rAllIndex, II c : rAllIndex > 0.9 and eAllIndex < 0.9, II d : rAllIndex < 0.9

の II a, 負荷前より負荷後が低下したものを II b, rAllIndex が 0.9 より大で eAllIndex が 0.9 以下を II c, rAllIndex が 0.9 以下を II d とすると, II a14肢,

II b6肢, II c17肢, II d3肢であった (Fig. 7). ABI は, II a0.65 ± 0.17, II b0.58 ± 0.09, II c0.32 ± 0.22, II d0.37 ± 0.36 で II a, II b を含む群と II c, II d を含む群では, 両群間に有意の差を認めた (p < 0.01).

3. NIRS, APG, ABI の関係

RT が, 180秒以内を A 群, 180秒から300秒までを B 群, 300秒以上を C 群とすると, ABI では, A 群は B 群に比べて有意の高値を示したが, B, C 群間には有意の差はなかった. rAllIndex では, A 群, B 群間には有意の差はなかったが, C 群は B 群に比べて有意の低下を示していた. eAllIndex では, B 群は A 群に比べて有意の低値を示したが, B 群, C 群間には有意の差はなかった (Table 1).

APG による分類をあてはめると, A 群は 7 肢で, すべて II a, B 群は 23 肢で, II a5肢, II b6肢, II c12肢で, C 群は 10 肢で II a2肢, II c5肢, II d3肢であった.

途中歩行不能例は 5 例 7 肢で, RT はそれぞれ 300秒 3 肢, 500秒 2 肢, 440秒 1 肢, 400秒 1 肢で, APG による分類では, II d3肢, II c2肢であった.

4. 血行再建後

1) 症状の改善度, ABI

術後, 症状は 28 例消失, 2 例は症状があるも術前より改善した. その 2 例の術後の ABI はそれぞれ 0.75, 0.79 で不完全血行再建例であった. 全体では, ABI は, 術

前 0.56 ± 0.19 から術後 0.96 ± 0.09 と有意に改善した (p < 0.001) (Fig. 8).

2) NIRS

**Table 1.** Relationship between RT and other parameters

	A RT<180sec. (n=7)	B 180sec.≤RT<300sec. (n=23)	C RT≥300sec. (n=10)
ABI	0.76±0.13	0.53±0.14**	0.45±0.23**
rAIIndex (ml/min/100cm <sup>3</sup> )	2.62±0.85	2.03±0.87	1.07±0.70***
eAIIndex (ml/min/100cm <sup>3</sup> )	2.91±0.70	1.79±1.01*	1.23±0.53**

Values are mean ± SD. \*p<0.05, \*\*p<0.01, compared with A group. #p<0.05, compared with B group

### ① パターン分析

1肢は健常例の Type 1 に改善した. その他は Type 2 が31肢, Type 3 が8肢であった.

### ② RT

症状が残存した2例の術後のRTは, ともに310秒であった. 全体では, RTは, 術前330±180秒から術後100±80秒と有意に短縮した (p<0.001) (Fig. 9).

### 3) APG

rAIIndexは術前2.03±1.09/ml/min/100cm<sup>3</sup>で, 術後は3.44±1.5/ml/min/100cm<sup>3</sup>と有意に増加した (p<0.01).

eAIIndexは術前1.76±1.14/ml/min/100cm<sup>3</sup>で, 術後は3.82±1.92/ml/min/100cm<sup>3</sup>と有意に増加した (p<0.001).

症状の残存した2例は, それぞれ術後の分類はともにⅡbであった.

### 5. 保存療法

保存療法は, NIROによる分類ではA群2肢, B群5肢, C群3肢で, 空気容積脈波を用いた分類では, A群はすべてⅡa, B群ではⅡa1肢, Ⅱb2肢, Ⅱc2肢, C群ではⅡc3肢であった. A群はすべて改善, B群では4肢中2肢改善で, 改善例はⅡa1肢, Ⅱb1肢でその他は不変, C群3肢は3肢

とも不変でそのうち1肢その後手術を施行した.

## 考 察

間歇性跛行は, 歩行により腓腹部や大腿部に疼痛が出現し, 休息すると速やかに症状が消失するもので, 安静時では症状が出現しない. そのため間歇性跛行の状態をみるためには, 歩行による負荷が必要となる. その評価には, 通常トレッドミル歩行が施行されるが, その至適条件に関してはいまだ論争的になっている.

Rutherfordら<sup>9)</sup>は傾斜12%, 3.2km/hr, 5分で評価しているが, 同様の傾斜で, 速度と歩行時間の異なる報告も多数みられる<sup>10)~14)</sup>. Rutherfordらの速さ3.2km/hrは, 平均年齢69歳の患者では, 早すぎてついていけない事が多く, さらに5分間は長すぎるため, 本研究では傾斜12%, 2.4km/hr, 3分間とした.

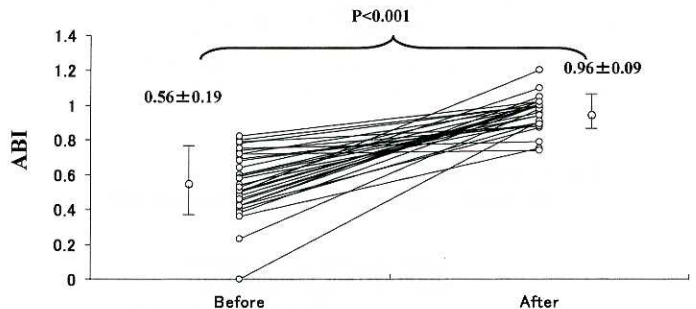


Fig. 8. ABI before and after operation

The ABI after operation was significantly higher than that before operation.

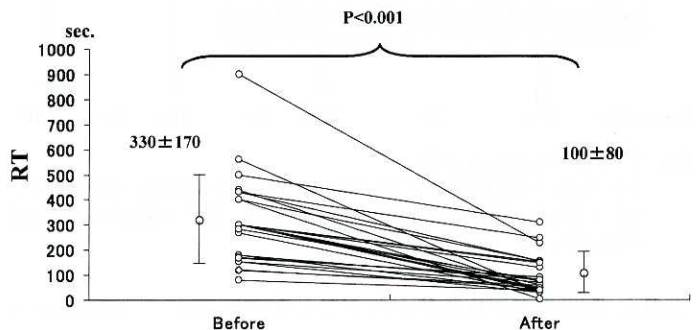


Fig. 9. RT before and after operation

The RT after operation was significantly shorter than that before operation.

トレッドミル負荷による間歇性跛行の重症度評価法として、Rutherfordら<sup>9)</sup>は、前述したトレッドミル歩行終了可能例で運動負荷直後の足関節血圧が50 mmHg以上、しかし安静時に比し最低20 mmHg 下降を軽度跛行とし、トレッドミル歩行終了不能例および運動負荷直後の足関節血圧が50 mmHg 以下を高度跛行としその中間を中等度跛行としている。太田ら<sup>10)</sup>は負荷直後の血圧より ABI の回復時間の方が最大歩行距離と相関があり有用であると報告し、市来ら<sup>11)</sup>は NIRS を用いた RT すなわち回復時間が有用であると報告している。正木ら<sup>8)</sup>は、APG を用いて安静時および歩行負荷直後の動脈流入量から重症度分類を行い有用であったと報告している。

太田ら<sup>10)</sup>の ABI の回復時間に関して、有用な方法であるが、超音波ドプラ血流計を用いて、回復後1分ないし2分ごとに測定しているため煩雑で人的労力があることや虚血が強いと測定できないことがある点、さらにリアルタイムではない欠点がある。APG による動脈流入量の測定は絶対値が測定できるが、リアルタイムに測定できないことや両下肢に病変がある場合に同時に両下肢を測定できない欠点がある。

その点 NIRS は、2チャンネルで両下肢を同時にリアルタイムに測定できるため、特に両下肢に病変がある場合に有用である。しかし絶対値が測定できないことが欠点であり、そのため Oxy-Hb と Deoxy-Hb が解離し再び収束するまでの時間すなわち回復時間を指標としている。しかしながら呼吸機能障害や心機能低下症例では運動負荷により Oxy-Hb と Deoxy-Hb が解離し延長をもたらす、実際より過大評価する点に注意する必要がある。そのため本研究では NIRS と APG の2方法で詳細に検討した。

APG の単なる動脈流入量の測定では、足の size により異なることが指摘されている<sup>15), 16)</sup>。そのため動脈流入量に下腿容積を加味した Index を算出し安静時を rAIIndex、歩行終了直後を eAIIndex とした。eAIIndex は負荷直後の血流状態を測定しており、圧と動脈流入量の違い

があるが、Rutherford らが負荷直後に測定した足関節血圧に類似した評価と考えられる。

虚血肢のスクリーニング検査として ABI が最も広く用いられているが、糖尿病や慢性腎不全合併例では、動脈の石灰化が強くと正確に測定できない欠点を除いて、検査法も容易で再現性があり、正常は1.0~1.2で、0.9以下は何らかの動脈血行障害が示唆される。本研究では、NIRS による RT と ABI は有意の負の相関を示し、虚血が高度になれば RT が延長することが示され、APG による rAIIndex、eAIIndex も同様に有意の正の相関を示し、虚血が高度になれば両指標とも低下し、虚血の程度を判定する良い指標と考えられた。

NIRS の正常例では、歩行直後に Oxy-Hb と Deoxy-Hb の解離はないが、ともにやや低下している。間歇性跛行例でも歩行開始直後に両者は低下しており、これは筋収縮によるものと考えられる。間歇性跛行例では Oxy-Hb と Deoxy-Hb の解離に2つのパターンを認め、そのうち Type 3 は少なかったが、この Type 3 は、反応性充血が影響しているのではないかと推測される。また血行再建後は正常パターンを示す例が1肢のみであった。ABI や APG の動脈流入量が、ほぼ正常に復しているのにもかかわらず、術後の RT も  $100 \pm 80$  秒である点を考えると ABI や APG の動脈流入量は血行再建を施行した太い動脈の状態を、RT はより末梢の血流状態を含めて反映していることが推測され、より鋭敏であることが示唆された。

一方 APG では、高齢健常例は、若年健常例に比較して rAIIndex は有意に低下していた。これは、若年者は下腿の筋肉量が多いことや心拍出量などが影響しているものと考えられる。また rAIIndex は、間歇性跛行例と高齢健常例には有意の差はなかったが、間歇性跛行例では安静時にはある程度血流が保たれている症例が多いことが要因と考えられた。eAIIndex では、間歇性跛行例は高齢健常例に比べて有意の低値を示し、血行再建後も正常に復しており、下肢虚血の重症度として最も良い指標と考えられた。

また rAllIndex と eAllIndex からの重症度分類では、IIa と IIb を含む群と IIc と IIb を含む群で有意の差を認めており、1つの間歇性跛行の重症度分類として認知されるものと考えられる。途中歩行不能例では、NIRS における RT はすべて300秒以上であり、APG による分類でもすべて IIc, II d であり、臨床症状の重症度と一致するものであった。

最近発表された TransAtlantic Inter-Society Consensus<sup>17)</sup>では、間歇性跛行に対する治療は、全例監督下運動療法を行い改善しないものは血管内治療を含む血行再建術を施行すると述べているように運動療法を推奨している。しかしながら本邦では監督下運動療法は普及していない。それは効果が現れるのに3~6ヶ月かかること、継続して行わないと効果が持続しない点や入院期間が長くなることなどがあげられる。高齢者に対する運動療法は、退院後も非監督下でおこなうようになるため、かなりつらく家族の協力も必要である。運動療法でも全例効果があるわけではない。そのためには治療前に効果が期待できる客観的評価が必要である。太田ら<sup>10)</sup>は40mトレッドミル歩行後の回復時間で13分以下は運動療法の効果は期待できるが13分以上は効果が期待できないと述べている。正木ら<sup>8)</sup>は APG による動脈流入量の重症度分類で、IIa, IIb では薬物療法を含めた運動療法に効果あったが、IIc では効果がなく、IIa, IIb には薬物療法を含めた運動療法を、IIc, II d には血行再建術を選択すればよいと指摘している。市来ら<sup>18)</sup>は、NIRS による RT から、RT が180秒以下は運動療法を、180~300秒は運動療法を施行し改善するようであれば継続し、改善しないなら血行再建術を、300秒以上は血行再建を施行すべきであると述べている。本研究での血行再建術後の RT は100±80秒で、ほぼ症状も改善しているため180秒未満を A 群、180秒以上300秒未満を B 群、

300秒以上 C 群として重症度分類すると、術前の APG による分類では、A 群7肢はすべて IIa, B 群は IIa5肢, IIb6肢, IIc12肢, C 群は10肢で IIa2肢, IIc5肢, II d3肢であった。C 群に IIa が2肢あり重症度と一致しなかったが、2肢とも術前高度の呼吸機能障害があり、術後には症状はほぼ改善しているにもかかわらず術後の RT は310秒である点を考えると前述したように高度の呼吸機能障害があると過大評価することを示唆していると考えられる。また IIa, IIb に対する保存的療法は比較改善が得られている。この結果から前述したように両下肢の同時測定が可能な NIRS の RT を基礎指標として Figure 10 のような治療指針が推奨される。すなわち RT が180秒未満は、運動療法を含めた保存的療法、RT が180秒以上300秒未満で、しかも IIa, IIb では運動療法を含めた保存的療法を、IIc, II d では血管内治療や血行再建術を、RT 300秒以上で呼吸機能障害があり IIa であれば、運動療法を含めた保存的療法を、その他は血管内治療や血行再建術を行う。

このように NIRS と APG の2つの方法を用いると、間歇性跛行肢に対してより詳細に血流動態を把握でき、診断の精度が増し、治療方針の1つの補助手段となりえると考えられる。

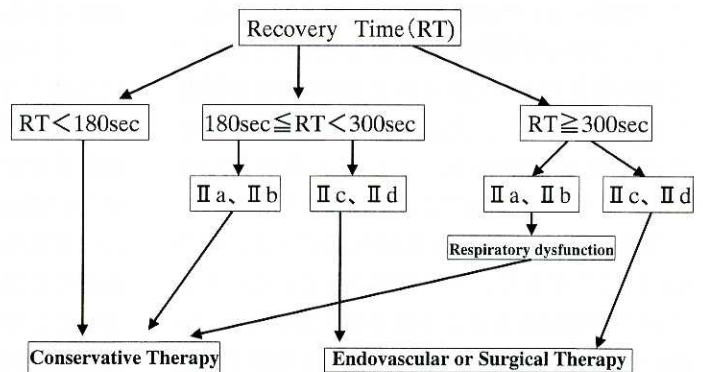


Fig. 10. Recommendation of treatment algorithm for intermittent claudication by NIRS and APG



として有用であると考えられる。

## 結 語

下肢閉塞性動脈硬化症の間歇性跛行肢に対して近赤外線分光法と空気容積脈波を用いてトレッドミル歩行負荷による客観的重症度評価を施行した。

- 1) 近赤外線分光法による回復時間、空気容積脈波による動脈流入量の測定は、虚血の程度をよく反映していた。
- 2) 近赤外線分光法による回復時間と空気容積脈波による rAIIndex, eAIIndex を用いた重症度分類は、治療方針の決定の一補助手段

## 謝 辞

稿を終えるにあたり、御指導と御校閲を賜りました川崎医科大学胸部心臓血管外科教室種本和雄教授に深甚な謝意を表します。また本研究を直接御指導頂いた川崎医科大学胸部心臓血管外科教室正木久男助教授およびご協力をいただいた教室員の先生方に深謝いたします。なお、本研究の一部は本学プロジェクト研究費(11-212)の援助によって行われた。

本研究の要旨は、第40回日本脈管学会総会(1999年12月、広島)、第20回血管無侵襲診断法研究会(2000年6月、宇部)において発表(口演)した。

## 文 献

- 1) 正木久男, 稲田 洋, 森田一郎, 田淵 篤, 石田敦久, 三宅 隆, 菊川大樹, 遠藤浩一, 武本麻美, 藤原 巍: 閉塞性動脈硬化症1000例の検討. 日臨外会誌 61: 873-976, 2000
- 2) 正木久男, 稲田 洋, 森田一郎, 石田敦久, 三宅 隆, 福広吉晃, 遠藤浩一, 菊川大樹, 稲垣英一郎, 宍戸英俊, 種本和雄: 遠隔成績からみた閉塞性動脈硬化症の間歇性跛行に対する治療の strategy. 脈管学 41: 337-341, 2001
- 3) Jöbsis FF: Noninvasive, infrared monitoring of cerebral and myocardial oxygen sufficiency and circulatory parameters. Science 198: 1264-1267, 1977
- 4) Cheate TR, Potter LA, Cope M, Delpy DT, Coleridge SPD, Scurr JH: Near-infrared spectroscopy in peripheral vascular disease. Br J Surg 78: 405-408, 1991
- 5) 市来正隆, 大内 博: 間歇性跛行肢の筋肉酸素代謝の無侵襲測定. 血管無侵襲診断法研究会誌 13: 57, 1993
- 6) 小見山高士, 重松 宏: 近赤外分光法を用いた間歇性跛行肢の重症度評価法. 医学のあゆみ 166: 807-808, 1993
- 7) Christopoulos DG, Nicolaides AN, Szendro G, Irvine AT, Bull ML, Eastcott HH: Air plethysmography and the effect of elastic compression on venous hemodynamics of the legs. J Vasc Surg 5: 148-159, 1987
- 8) 正木久男, 稲田 洋, 森田一郎, 田淵 篤, 石田敦久, 遠藤浩一, 村上泰治, 菊川大樹, 武本麻美, 藤原 巍: Air plethysmography による下肢閉塞性動脈硬化症の虚血肢の評価. 脈管学 39: 787-792, 1999
- 9) Rutherford RB, Baker JD, Ernst C: Recommended standards for reports dealing with lower extremity ischemia: revised version. J Vasc Surg 26: 517-538, 1997
- 10) 太田 敬, 杉本郁夫, 飛田研二, 加藤真彦, 竹内典之, 保坂 実, 石橋宏之, 永田昌久: 客観的評価に基づいた間歇性跛行の治療の重要性. 日血外会誌 7: 455-460, 1998
- 11) 市来正隆, 大内 博: 近赤外線分光法を臨床応用した間歇性跛行肢の重症度評価法. 脈管学 35: 53-59, 1995
- 12) Komiyama T, Shigematu H, Yasuhara H, Muto T: An objective assessment of intermittent claudication by near-infrared spectroscopy. Eur J Vasc Surg 8: 294-296, 1994
- 13) 佐藤一喜, 金城正佳, 西巻 博, 西山直久, 柿田 章: 間歇性跛行肢の客観的重症度評価法としての近赤外線分光法の有用性に関する研究. 日血外会誌 7: 813-820, 1998

- 14) 土田博光, 四方達郎, 市橋弘章, 高江久仁, 石丸 新: 近赤外線分光法を用いた間歇性跛行の評価. 日血外会誌 7 : 475-483, 1998
- 15) Nicolaidis AN, Labropoulos N, Volteas N: Quantitative Air plethysmography in the management of arterial ischemia. In : Bernstein EF, editor. *Vascular Diagnosis*. 4th Edition. St. Louis : Mosby-Year Book Inc. 1993, pp 342-36
- 16) Harada RN, Comerota AJ, Katz ML : Blood flow measurement revisited : a comparison of two techniques. Delaware Valley Vascular Society. Hershey, Pennsylvania, August 27, 1993, pp 234-235
- 17) Dormandy JA, Rutherford RB, Heeck I : Management of peripheral arterial disease (PAD) -TransAtlantic Inter-Society Consensus (TASC). *J Vasc Surg* 31 : 122-127, 2000
- 18) 市来正隆, 大内 博, 蔡 景囊, 大貫幸二: 近赤外線分光法による間歇性跛行肢の評価と治療指針. 日血外会誌 7 : 485-490, 1998